

究極のイメージングと分析で未知の領域へ



ZEISS GeminiSEM ファミリー

多様な試料のサブナノメートルイメージングと
高度な分析を可能にする FE-SEM

zeiss.com/geminiSEM



Seeing beyond

多様な試料のサブナノメートルイメージングと 高度な分析を可能にする **FE-SEM**

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

サービス

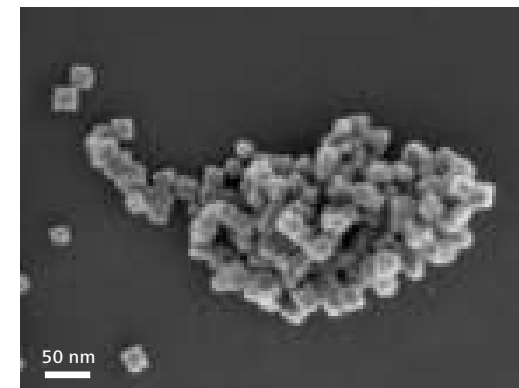
要求の厳しい材料分析や生命科学の分野において簡単に使えるサブナノメートル分解能イメージングの代名詞ともいえる製品シリーズ、ZEISS GeminiSEM は、高い検出効率と優れた分析性能を組み合わせることで、イマージョンレンズを必要とせずに 1 kV 未満のサブナノメートルの分解能を実現します。GEMINI 電子光学カラムの 3 つの独自の設計と、大きく柔軟な新しいチャンバーにより、すべてのイメージングと分析のニーズに対応します。

ZEISS GeminiSEM ファミリーの紹介：

ZEISS GeminiSEM 360 は幅広いアプリケーションおよび試料で優れた性能を発揮します。GEMINI 1 カラムにより、業界をリードする高分解能のイメージングと分析が可能で、用途の非常に広い GeminiSEM 360 は、学術、政府、または産業のコアファシリティとして活躍しています。

分析顕微鏡法を用いた難度の高い作業には、GEMINI 2 カラムを搭載した ZEISS GeminiSEM 460 をお選びください。分析プラットフォームとして活用でき、幅広い分析が可能です。GeminiSEM 460 は、高い分析効率を備え、電流範囲が広く、分析条件とイメージング条件の間の切り替えをスムーズに行うことができます。

GEMINI 3 カラムの導入により、ZEISS GeminiSEM 560 は表面イメージングが飛躍的に進化しました。新しい電子光学エンジン Smart Autopilot により、感受性が非常に高い試料を最大分解能でイメージングする際の使い勝手が向上しています。GeminiSEM 560 は、すべての条件で最高の解像度を提供し、イマージョンやモノクロメーターなしでの表面イメージングの限界を押し広げます。



磁性 FeMn ナノ粒子、加速電圧 1 kV、GeminiSEM 560 でイメージング。

イメージングから多くを得て、対象をすばやく理解

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

サービス

ZEISS GeminiSEM 360 : 対応できる試料の多様性は最高クラス

GeminiSEM 360 は、材料科学、生命科学、産業調査で非常に幅広く利用できます。GEMINI 1 デザインにより、表面感度が高い高解像度画像の利点を活かすことができ、ハイスループット実験を可能にすると同時に、低電圧での優れた分解能と高プローブ電流での高速化を実現します。また、Inlens によって二次電子イメージングと反射電子イメージングを同時に実行でき、感受性の高い試料でも、高分解能で表面情報と組成情報を収集します。なお、低真空下で非導電性試料をイメージングする場合でも、Inlens の検出器を使用可能です。NanoVP* によって最大限の汎用性が保証され、帯電を発生させない Inlens イメージングが可能となります。



2つの独自の Inlens 検出器により、包括的な試料特性評価が可能です。

比類のないユーザーエクスペリエンス

卓越したユーザーエクスペリエンスを提供する GeminiSEM 360 の広い視野と大きなチャンバーにより、非常に大きな試料でも簡単に調べることができます。また、ZEISS ZEN Connect を使用した相関顕微鏡法が、スムーズなナビゲーションを実現します。一方、自動機能とスマート検出器を使うことで、ワンクリックで鮮明な画像が得られます。GeminiSEM 360 は、180° 対向に配置された EDS** ポートと同一平面上に配置された EDS/EBSD*** により、イメージングと分析の両方のワークフローに適しています。さらに、ZEISS Predictive Service がシステムの稼働時間を最大化し、必要に応じて定期メンテナンスを実施できます。

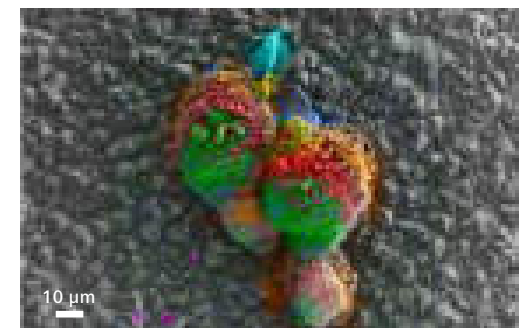


多用途のチャンバーで、ニーズに合わせて機器を構成できます。

卓越した機能拡張

投資の効果を発揮するには、アップグレード可能であることが不可欠です。そこで、ZEISS ZEN core のソフトウェアエコシステムに組み込まれている GeminiSEM 360 には、高度に機能拡張が可能なチャンバーを新たに備えました。

また、ZEN Connect を利用して、マルチモーダルデータとマルチスケールデータ、高度な AI**** を利用したセグメンテーション用の ZEN Intellesis、セグメンテーションされたデータのレポートと解析のための ZEN の分析モジュールを組み合わせることもできます。また、ZEN データストレージを使用すると、ラボ内のさまざまな機器からのデータを取り込んでプロジェクトを一元管理できます。さらに、APEER コミュニティのメンバーとして他のユーザーが作成したワークフローとスクリプトにアクセスし、課題の解決を図ることが可能です。アップグレードパスが明確であるため、新機能がリリースされる度にシステムを改善できます。



ZEN Connect を使用してマルチモーダル実験を実行し、試料を完全に理解できます。

* 可変圧力 ** エネルギー分散型分光法 *** 電子後方散乱回折 **** 人工知能

自動化ワークフローで効率的な解析が可能に

概要

特長

アプリケーション

システム構成

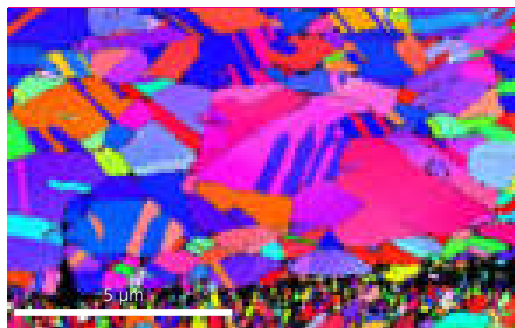
技術仕様

サービス

高分解能と高電流の両方に対応する

ZEISS GeminiSEM 460

GeminiSEM 460 は、最も厳密な解析タスク用に設計されており、複数の検出器を同時に使用することにより、試料の包括的で効率的な特性評価のメリットを最大限に活かすことができます。また、豊富な分析検出器を搭載することで、大きく多用途なチャンバーを活用できます。GEMINI 2 カラムは、ボタンをクリックするだけで、低電流で低 kV の作業から高電流で高 kV の作業にシームレスに切り替えたり元に戻したりしながら、高速で高分解能のイメージングと解析が可能です。より要求の厳しい解析には、新しい VP モードを使用し、電流を上げて、4,000 パターン/秒のインデックスレートで EBSD マップを取得できます。さらに 2 つの 180° 対向に配置された EDS ポートと同一平面上の EDS/EBSD 構成により、化学組成と結晶方位を効率的に特性評価します。そのため、高速で影のないマッピングが期待できます。



迅速な解析を行い、高電流と高分解能を同時に実現します。金属合金の EBSD マップをわずか 20 分で取得可能。

ワークフローのカスタマイズと自動化

強力な解析を実行するには、ワークフローの自動化が鍵となります。ZEISS の Python スクリプト API* は、独自の実験を構成および作成、変更して、独自の要件に合わせて結果をカスタマイズします。また、STEM** トモグラフィーでは、自動化されたチルトと回転を特許取得済みの特徴追跡と組み合わせ、調整された画像が独自の 3D 再構成ソフトウェアに送信され、ナノメートルスケールの解像度で 3D 像が生成されます。材料をエンジニアリングの限界までテストする必要がある場合、ZEISS の自動化された in situ 加熱および引張実験をご利用いただけます。これにより、応力-ひずみ曲線をその場でプロットしながら、熱が加えられ張力がかかっている材料を自動的に観察できます。



多用途のチャンバーで、ニーズに合わせて機器を構成できます。

さらなる可能性を開く道

GEMINI 2 のデザインにより、GeminiSEM 460 は、低 kV でも非常に柔軟な電流密度調整が可能です。材料科学および生命科学全体に解析機能を拡張できます。用途の広いチャンバーにより、解析装置、in situ 実験用デバイス、クライオイメージング、ナノプロービングなど、さまざまなアクセサリをシステムに統合可能です。これにより、機器の寿命内であればいつでも機能を拡張およびアップグレードできます。Gemini SEM は ZEISS ZEN core エコシステムに組み込んで使用可能です。たとえば、ZEN Connect、ZEN Intellesis、ZEN の解析モジュールにアクセスして、レポートと GxP ワークフローを利用できます。



GeminiSEM 460 を in situ ラボに。

* アプリケーションプログラミングインターフェース

** 走査型透過電子顕微鏡

1 kV 未満の高分解能イメージング

概要

特長

アプリケーション

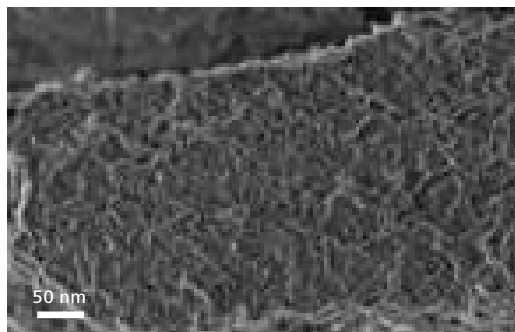
システム構成

技術仕様

サービス

ZEISS GeminiSEM 560 : 表面イメージングの新基準

GeminiSEM 560 では、表面の感受性が高い対象物の、歪みのない高分解能イメージングが可能です。新しい電子工学エンジン Smart Autopilot を備えた GEMINI 3 は、試料のバイアスやモノクロメーションを必要とせず、1 kV 以下、1 nm 未満の分解能で、材料試料や生命科学試料の磁場のないイメージングが可能です。新しく採用された可変圧力モード・検出システムにより、非導電性で真空感受性の高い試料の優れた画像が得られます。さらに、Gentle Airlock で真空感受性の高い試料を VP モードのエアロックに通して、試料本来の特性を維持しながら迅速に結果を得ることができます。また、新しい大型チャンバーとデュアル EDS ポートにより、高速で影のないマッピングが可能です。検出器の立体角が大きいため、デリケートな試料を容易に解析できます。



低 kV での非導電性鉱物粒子の表面の詳細：GeminiSEM 560、加速電圧 800V、Inlens SE

専門知識の統合

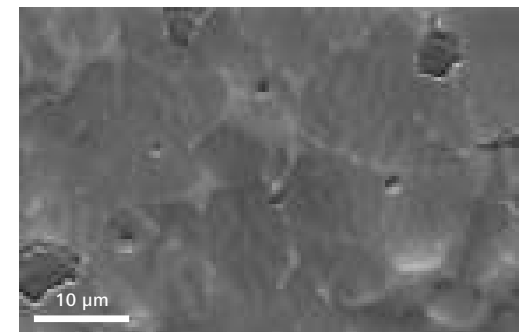
Smart Autopilot の使いやすさはイメージングの限界を最大限押し広げるために非常に重要です。システムの視野が大幅に拡大され、試料位置の微細な調整がより簡単になったとともに、電子光学テクノロジーを駆使して、1 倍～200 万倍の倍率を提供できるようになりました。同時にアライメント、キャリブレーション、フォーカスも処理可能なことから、時間のかかる調整が不要となります。また、新しい特許取得済みの高速オートフォーカスと高速オートウォブルを備えた Smart Autopilot により、くっきりとした鮮明な画像が数秒で得られます。さらに Python スクリプトは、3D STEM トモグラフィーなどの自動ワークフローを実現します。



CeO₂ ナノ粒子の 3D STEM トモグラフィー：GeminiSEM 560、aSTEM、明視野、加速電圧 30 kV

優れたコントラスト

適切な観察条件を見つけるには、適切なパラメータの組み合わせを見つける必要があります。容易ではありません。磁場のないイメージングと新しい GEMINI 3 カラムテクノロジーにより、これまでは得られなかった情報を試料から引き出すことが可能になりました。GeminiSEM 560 なら、試料にかかる磁場が非常に小さいため簡単に磁気コントラストイメージングを実行できます。また、超低 kV での独自の帯電コントラストで、新しい実用的な情報を提供する表面電位データを収集可能です。エネルギー選択性を備えた Inlens 反射電子検出器を使用してエネルギー選択イメージングを実行するとともに、環状反射電子検出器を使用して電子角度選択イメージングが可能です。すべてのデータを ZEN Connect にまとめて、調査結果を簡単にセグメント化してレポートできます。



NdFeB 磁石、GeminiSEM 560、Inlens SE 検出器、磁気コントラスト。

バックグラウンドテクノロジー

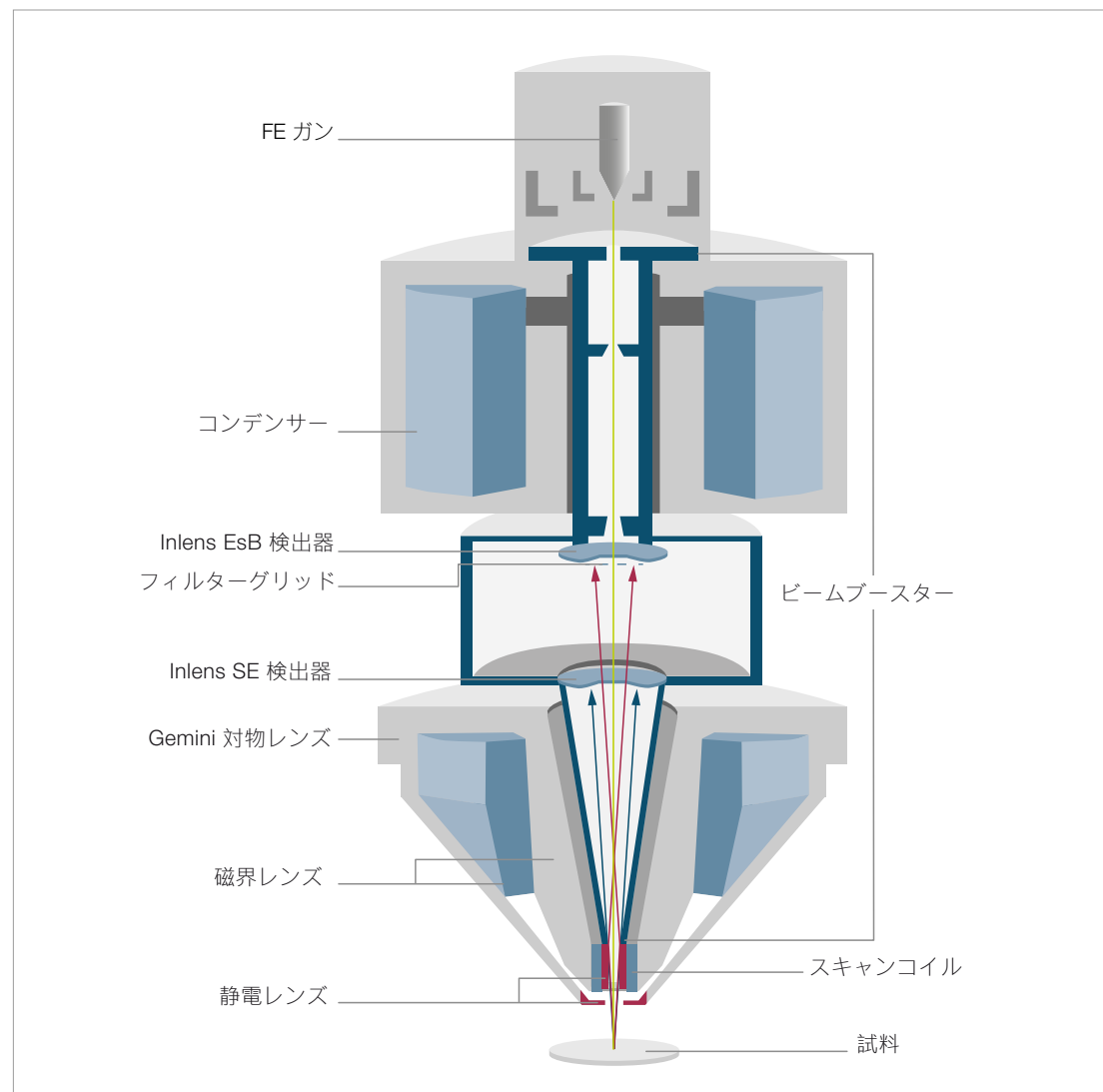
- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

GEMINI 光学設計の活用

GeminiSEM ファミリーは、25 年以上を費やして開発された ZEISS GEMINI テクノロジーを基に、効率的な検出、優れた分解能と、最高の操作性を提供します。

GEMINI 対物レンズの設計は、静電場と磁場を組み合わせることで、試料に与える磁場の影響を最小限に抑えながら、光学性能を最大限に高めます。これにより、磁性材料のように難しい試料であっても優れたイメージングが可能となります。GEMINI の検出コンセプトを集約した Inlens 検出器が二次電子 (SE) と反射電子 (BSE) を同時に検出することで、効率的かつ確実にシグナルを検出します。Inlens 検出器は光軸上に取り付けられているため、再調整の必要がほとんどなく、イメージング時間を短縮します。

また、Gemini ビームブースターテクノロジーが、極低加速電圧でも小さなプローブサイズと高い S/N 比を保証します。さらに、カラム先端で減速するまでカラム全体を通して高電圧でビームを維持することにより、外部磁界がシステムに与える影響を最小限に抑えます。これらの最先端機能 (GEMINI 対物レンズ、Inlens 検出およびビームブースターテクノロジー) は、GeminiSEM 360、GeminiSEM 460、GeminiSEM 560 に共通の機能です。



GEMINI 1 光学カラムは、ビームブースター、Inlens 検出器および GEMINI 対物レンズで構成されています。

バックグラウンドテクノロジー

- 概要
- 特長**
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

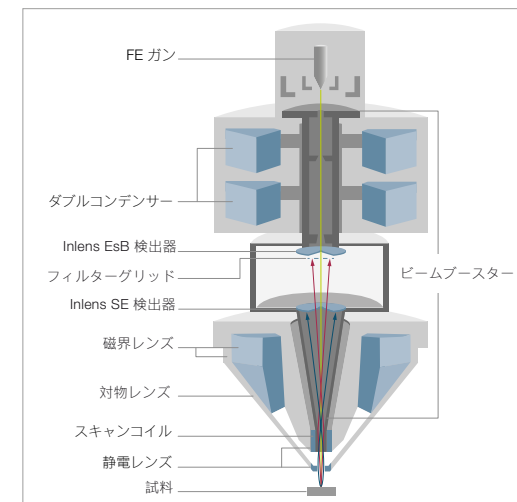
GEMINI 2 光学系の活用

GeminiSEM 460 の特長：GEMINI 2 光学系の主な特長は、ダブルコンデンサー構成によりビーム電流の連続的な調整を可能にし、同時にビームスポットサイズを最適化できることです。これによって、高電流および低電流の両方が活用可能で、高分解能イメージングおよび分析それぞれに適した電流値を選択可能です。さらに、さまざまなイメージングモードをシームレスに切り替え、加速電圧や電流値を変更できます。加速電圧や電流値を変更した後にビームを再調整する必要がないため、迅速で簡単に操作ができ、アライメントは安定した状態を維持します。

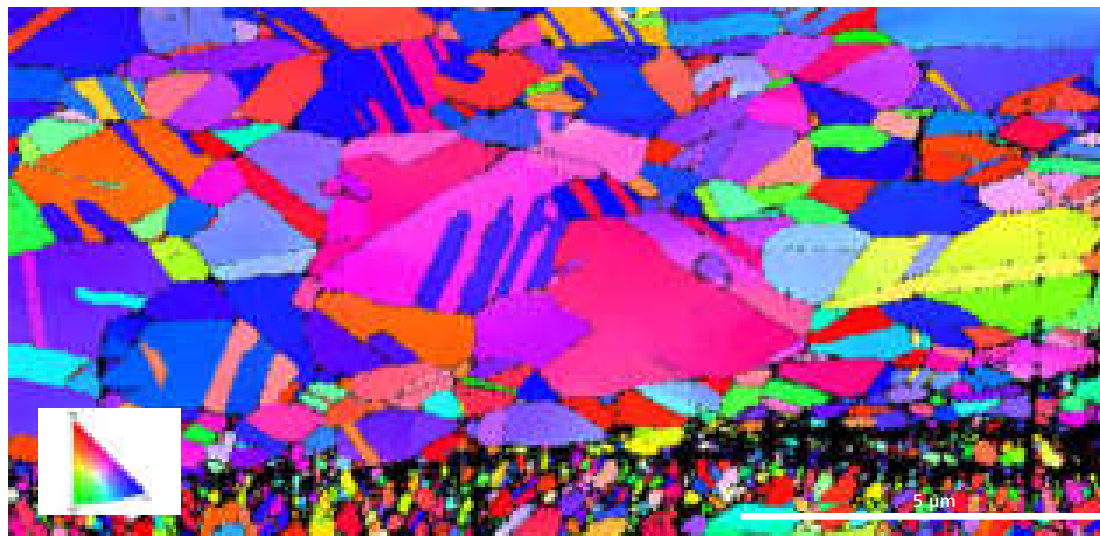
GEMINI 2 カラムを持つ GeminiSEM 460 は、大電流の高分解能イメージングおよび高速分析に理想的です。さらに、これまでの GEMINI 光学設計の利点をすべて取り入れています。たとえば、GEMINI 光学系は試料を磁場に曝さないため、ひずみのない EBSD パターンと広視野低倍でのクリアなイメージングを実現します。

さらに、電子光学性能に影響を及ぼすことなく試料を傾けることができ、磁性体試料も容易にイメージングできます。

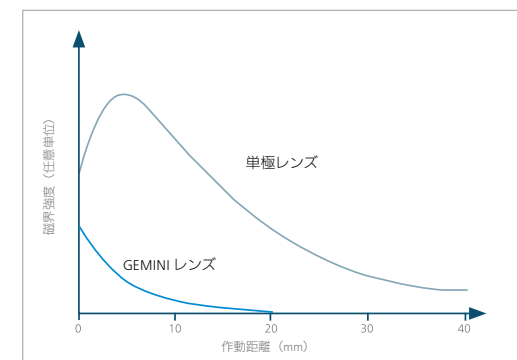
幅広いアプリケーションで優れた柔軟性を提供する GeminiSEM 460 をぜひご活用ください。



ZEISS GeminiSEM 460：ダブルコンデンサー、2つのInlens検出器を備えたGEMINI 2カラム。



カナダ硬貨の断面の加速電圧 20kV、5nA での EBSD 分析。合計 18 万 5000 ポイントの特性評価がわずか 20 分で完了します。GeminiSEM 460 なら、大電流、高分解能を同時に達成できます。



GEMINI レンズと従来型単極レンズ設計との磁場漏れの比較。試料にかかる磁場を最小限に抑えることで、傾けた試料上でも最高のビームパフォーマンスを実現し、磁性材料でも歪みのない EBSD パターンと高分解能イメージングを可能にします。

バックグラウンドテクノロジー

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

サービス

GEMINI 3 カラムの紹介

GEMINI 3 は、様々なサンプルの最高のイメージングを実現する設計となっており、加速電圧 1 kV ~ 30 kV のすべての条件で最大の分解能を保証します。この製品は、相乗的に機能する 2 つのシステムとして、ナノツインレンズと新しい電子光学エンジン Smart Autopilot で構成されています。これらによって非常に高い分解能での観察が可能となり、試料から最大限の情報を引き出せます。

ナノツインレンズ

ナノツインレンズは、低 kV に最適化された電場磁場複合対物レンズです。ジオメトリと静電場、磁場の分布を最適化することにより、優れた信号検出効率で低加速電圧でのサブナノメートルの分解能を実現します。標準の GEMINI レンズと比較して、低 kV でのレンズ収差は大幅に低減します。これにより、試料にかかる磁場も大幅に低減するため、試料を電磁場の中に置くことなく 1 kV 未満のサブナノメートルイメージングが可能になります。

Smart Autopilot

新しい Smart Autopilot とナノツインレンズを組み合わせることで、次のメリットが得られます。

- すべての観察条件に合わせてビーム収束角度をコンデンサーで最適化することにより、観察条件で最高の分解能を実現

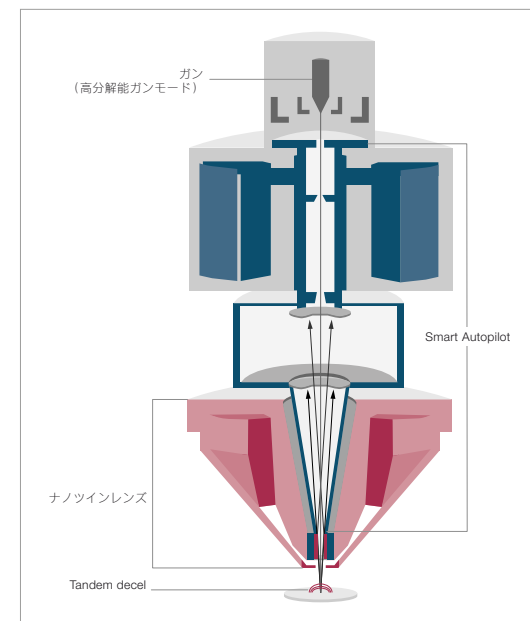
- ナノツインレンズにより、超低加速電圧における高分解能を提供
- 新しい広視野オーバービューモードにより、観察位置ナビゲーションと高分解能イメージングのスムーズな切り替えが可能
- 特許取得済みの新しい超高速オートフォーカス機能により、高速に最適なフォーカスを実現

Smart Autopilot は、カラムを通過する電子の軌跡を最適化し、各加速電圧で実現可能な最高の分解能を保証します。また、特許取得済みの新しい自動機能、1 倍 ~ 200 万倍の全倍率範囲でのシームレスな調整不要の移行、13 cm のオブジェクト全体を 1 つのフレームでイメージングなど様々な機能が追加されました。また、GeminiSEM 560 は、32k x 24k の業界最大の解像度を維持し、広い視野でのステッチのない優れたピクセル密度を実現します。

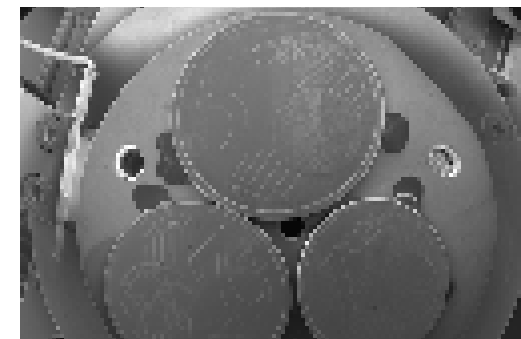
分解能のモード

高分解能ガンモードでは、一次ビームのエネルギーの広がりを小さくすることで色収差の影響を最小限に抑え、より小さなプローブサイズを可能にします。

Tandem decel モードでは、試料側に減速電圧をかけます。このモードを使用することで、1 kV 未満での分解能がさらに改善され、かつ反射電子検出器の検出効率が向上します。



GEMINI 3 カラムの新しい光学設計。GeminiSEM 560 の断面模式図。



オーバービューモードは非常に広い視野を提供し、ROI へのナビゲーションが迅速で容易に可能になります。画像は SE2 検出器を使用して加速電圧 5 kV で撮影。

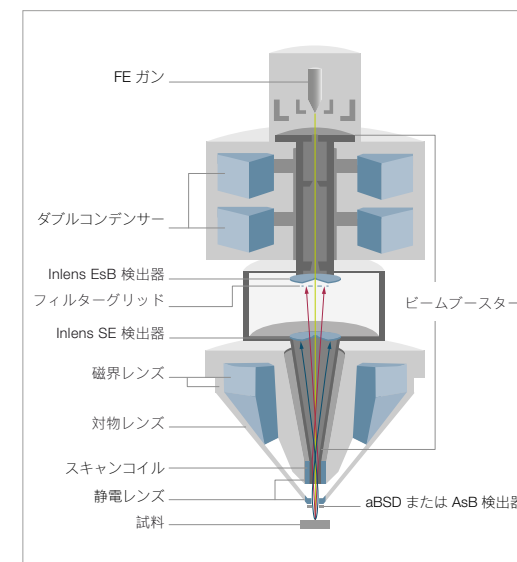
バックグラウンドテクノロジー

- 概要
- 特長**
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

完全な検出システム：取り出しエネルギーと取り出し角度に従って、試料から出る電子を選択的に検出

GeminiSEM ファミリーは、さまざまな検出器を備え、最適なシグナル検出システムを提供します。Inlens EsB 検出器（エネルギー選択型反射電子検出器）、Inlens SE 検出器あるいは aBSD 検出器（角度選択型反射電子検出器）を組み合わせることで、試料の材質、トポグラフィーあるいは結晶に関する情報が得られます。一次電子ビームは、二次電子（SE）および反射電子（BSE）を生成します。SE は 50eV 以下のエネルギーで試料最表面数ナノメートル厚の部分から放出され、SE からは主に形状情報が得られます。さらに SE は、独自のビームブースターによって加速されてカラムに入り、GEMINI 対物レンズによって環状 Inlens SE 検出器方向に向かいます。なお、GeminiSEM は、試料の表面状態に応じて広い角度で二次電子を検出します。

反射電子は試料内部で生成され、試料の組成を示す非常にはっきりとしたコントラストを提供します。反射電子は GEMINI カラムのビームブースターによって引き付けられ、カラムに入ります。二次電子と反射電子は、異なるエネルギーを持つため、ビームブースター内で異なる軌道を取ります。ほとんどの反射電子は、Inlens SE 検出器を通過することができ、Inlens EsB 検出器によって検出されます。さらに、Inlens EsB 検出器は反射電子のエネルギー選択が可能です。反射電子の飛び出し角度が大きい場合、反射電子をカラム内に取り込むことはできませんが、AsB（角度選択型反射電子）検出器または aBSD 検出器で検出できます。aBSD 検出器からは、組成情報、トポグラフィー情報、および 3D 表面情報が得られます。環状 STEM（aSTEM）検出器は柔軟性が高く回折角度が選択可能なため、すべてのコントラストを同時にイメージングできます。

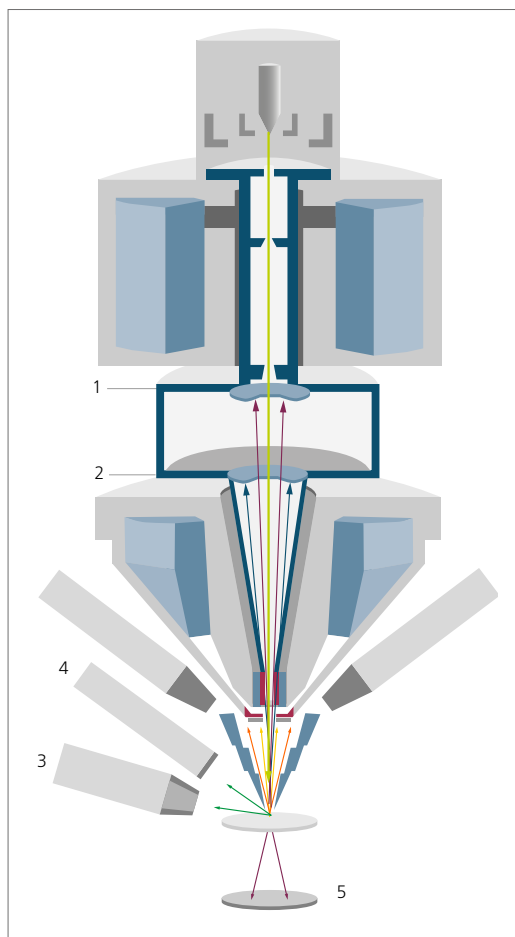


GEMINI 2 光学カラムを搭載する ZEISS GeminiSEM 460 は、ビームブースター、Inlens 検出器および GEMINI 対物レンズで構成されています。ダブルコンデンサーは GEMINI 2 光学系独自のものです。GeminiSEM ファミリーのすべてのモデルに対して、2 つの Inlens 検出器を構成できます。

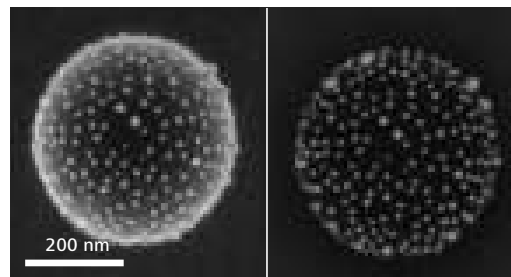
バックグラウンドテクノロジー

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

GeminiSEM の検出システムを理解する
最新の検出器テクノロジーであらゆる試料
を包括的に特性評価できます。



検出器を搭載した GEMINI 光学カラムの断面図。



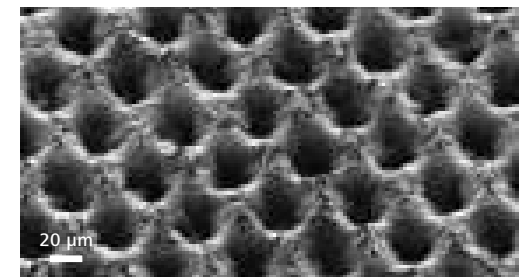
1 Inlens SE 検出器 2 Inlens EsB 検出器
Inlens SE：カラム内二次電子検出器（左）による低 kV での高分解能のトポグラフィーコントラスト。
Inlens EsB：カラム内反射電子検出器による低 kV での、感受性の高い材料のコントラスト（右）。



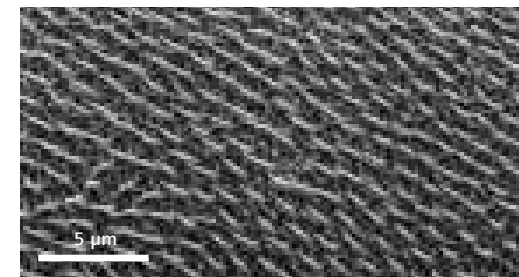
4 VPSE 検出器
チャンバーに取り付けられた VPSE 検出器による低真空モード（VP モード）でのトポグラフィーコントラスト。



5 aSTEM 検出器
高分解能の透過画像を生成するための環状 STEM（Annular STEM、aSTEM）検出器。明視野（BF）、暗視野（DF）、ADF、高角度環状暗視野（HAADF）モードがあり、薄膜や生体試料切片などに対応。



3 SE2 検出器
チャンバーに取り付けられた二次電子検出器による高 kV でのトポグラフィーコントラスト。

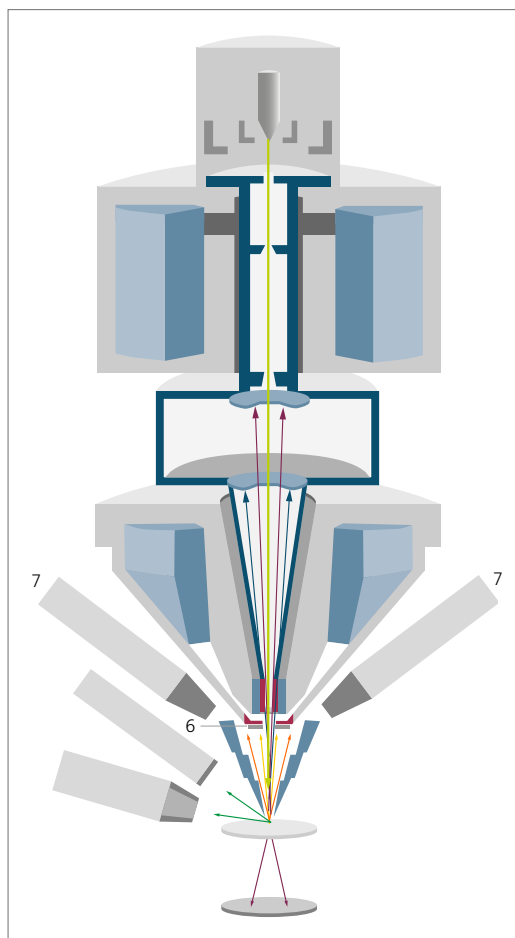


4 C2D
イオン化カスケードを作成し、結果として生じる電流を測定するカスケード電流検出器（C2D）により、低真空および低電圧でも、明瞭かつ鮮明な画像の取得が可能。

バックグラウンドテクノロジー

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

フレキシブルな検出機能による
クリアなイメージ
最新の検出テクノロジーであらゆる試料を
特性評価できます。

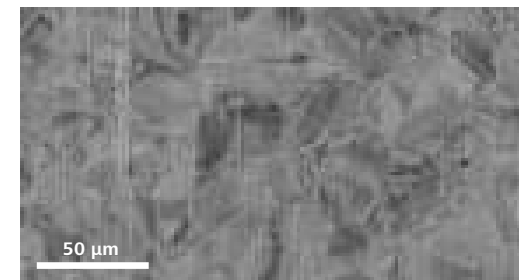


検出器を搭載した GEMINI 光学カラムの断面図。



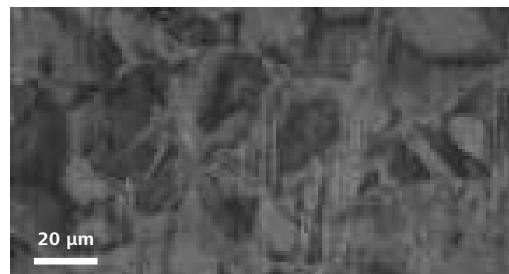
6 aBSD 検出器

出し入れ可能な環状反射電子検出器による高感度の組成、トポグラフィー、3D 表面情報。



6 AsB 検出器

設置位置固定の環状反射電子検出器による金属および鉱物のチャネリングコントラスト。



6 YAG 検出器

すべての真空モードで、あらゆる試料の優れた低加速電圧組成イメージングを可能にする高感度反射電子検出器。



7 高度な EDS 検出

180° 対向位置に 2 つの EDS を搭載する高度な EDS 解析ジオメトリにより、従来の半分の時間とプローブ電流でデータを取得。ご提供：University of Leicester

ZEISS ZEN core で可能性を拓く

- › 概要
- › **特長**
- › アプリケーション
- › システム構成
- › 技術仕様
- › サービス

ZEN Connect を使用した マルチモーダル顕微鏡法

ZEISS またはサードパーティのデータを受け入れるオープンプラットフォームの ZEN Connect の相関ワークスペースでは、画像データの整理および調整が可能です。たとえば、あらゆる画像データをインポートして、コンテキストで表示することができます。外部画像が Bio-Formats 標準に準拠する限り、ZEN Connect はメタデータを保持し、画像以外のデータ（説明、メモ、レポート、スペクトルなど）をインポートして、ワークスペースの対応する位置にある仮想ピンを使用して画像にそれらを添付することも可能です。

また、現在使用している顕微鏡に関係なく、セッションを作成しプロジェクトにデータを蓄積することもできます。さらに、SEM でのナビゲーションに光学顕微鏡の画像を使用すると、関心領域をすぐに見つけられます。セッションを 1 回整列するだけで、このセッションで取得されたすべての画像がワークスペース内の正しい位置に自動的に配置されます。

その他にも、高度なエクスポート機能には多くの利点があります。重ね合わせ画像を、焼き付けられた組み合わせとして、またはすべてのレイヤーが専用チャンネルにあるマルチチャンネル画像としてエクスポートできます。また、エクスポートのピクセルサイズを指定してから相関ワークスペース内でズームおよびパンしたり、インタラクティブ体験を可能にするデータを動画としてエクスポートすることも簡単にできます。



光学顕微鏡、SEM、EDS マップの画像を一つの画像上で相関した画像。試料：電子部品断面。ご提供：Aalen University, Materials Research Institute, Aalen, Germany

ZEISS ZEN core で可能性を拓く

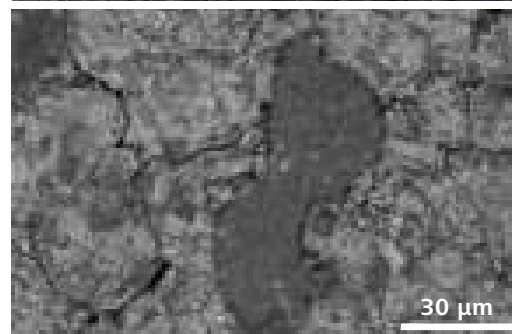
- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

ZEN Connect を使用した 2D 相関顕微鏡法

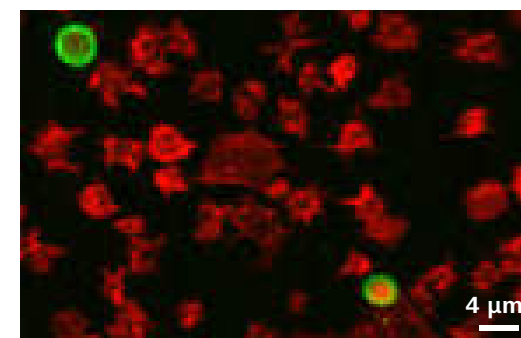
使いやすいソフトウェアモジュールで ZEN Connect の機能を拡張することができます。たとえば、このモジュールは 2D アプリケーションに焦点を当て、光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡からのデータを自動で重ね合わせる相関ワークフローを作成します。また、電子顕微鏡の分析法と光学顕微鏡のコントラスト法を組み合わせることによって、試料の機能、構造および化学組成に関する新しい情報を得ることができます。

仕組み

3 つの基準マーカが付いた特別な試料ホルダーを使用し、わずか数秒で座標系を構築します。また、光学顕微鏡で試料の関心領域を定めることが可能です。さらに、電子顕微鏡で関心領域に移動し、分解能のオーダーを上げることで、試料をより詳細に観察できます。ZEN Connect を使用して、さまざまな手法で撮影された画像を相関させてエクスポートできます。



リチウムイオン電池。上：光学顕微鏡画像。中央：SEM 画像。
下：両方を EDS 分析と合わせて重ね合わせ。



血小板。AF647 (細胞血小板タンパク質、緑) および AF555 ファロイジン (赤) で染色。上：レーザースキャン顕微鏡の蛍光画像。
中央：SEM 画像。下：重ね合わせ。ご提供：D. Woulfe & J. Caplan, University of Delaware, USA

ZEISS ZEN core で可能性を拓く

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

サービス

ZEN Automated Imaging

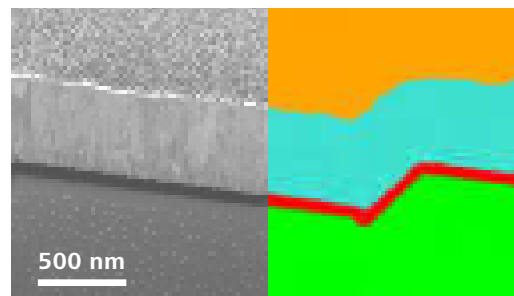
ZEN Connect のワークスペースを活用して、SEM イメージングの信頼性と再現性を高めることができます。また、既定のイメージングプロトコルを使用して、自動 SEM モザイク取得領域を設定するか、またはオリジナルの設定を作成することも可能です。取得領域は、長方形、円形、またはフリーハンドの形状が可能で、試料ホルダー全体のどこにでも設定することができます。それらをプロセスリストに設定し、選択したピクセル解像度で自動的に（夜間などに）取得します。また、単一フレームの取得に同じイメージングプロトコルを使用し、一貫した SEM イメージングワークフローでオペレーターをガイドします。



ZEN Connect からワークスペース内に SEM モザイクの取得領域を作成し、それらを自動的に取得させます。

ZEN Intellesis

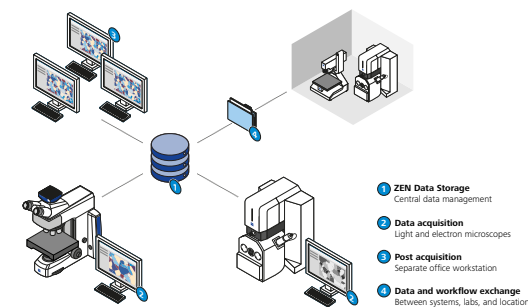
SEM 画像を取得後、解析ワークフローの次のステップに移行します。機械学習を用いる ZEN Intellesis は、詳細な評価と論理的な測定で画像をセグメント化します。事前に学習させた独自のニューラルネットワークをインポートするか、対応する画像にマウスでラベルを付けることにより、画像データに基づいてモデルを学習させることができます。モデルの学習が終了すると、ZEN Intellesis はデータセット全体をセグメント化し、すべてのピクセルのクラス情報を提供します。また、ZEN Connect でデータセットを組み合わせ、スタックを個別のトレーニングレイヤーとして使用することも可能です。セグメント化が完了したら、ZEN の評価モジュールがレポートを自動的に作成し、業界標準に準拠した測定を実行できます。



CIGS 太陽電池層の FIB 断面 SE 画像（左）と ZEN Intellesis セグメンテーション（右）の結果の重ね合わせ。ご提供：T. M. Friedlmeier, ZSW Stuttgart, Germany

ZEN Data Storage

イメージング作業を整理する場合、データを一元化されたサーバーに保存し、取得分析と取得後分析を分離できるようにすると便利です。ZEN Data Storage は、ZEN が操作するすべての光学顕微鏡と電子顕微鏡、さらにはサードパーティのデバイスとも接続できます。画像と ZEN Connect プロジェクトを、プリセット、ワークフロー、プロトコル、レポート、試料に関連するその他のデータとともに、このデータベースにアップロードし、接続された任意のワークステーションからデータにアクセスして、オフラインの画像分析を容易にし、機器の使用時間を短縮します。さらに、組み込みの一元化されたユーザー管理を利用して、システム、ラボ、ロケーション間でデータを共有します。ZEN Data Explorer アプリを使用すると、モバイルデバイスからデータにアクセスして確認することもできます。



ZEN Data Storage を使用すると、データをデータベースに保存して、どの顕微鏡や解析ワークステーションからでもアクセスできるようになります。

ZEISS Atlas 5 で可能性を拓く

- 概要
- 特長**
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

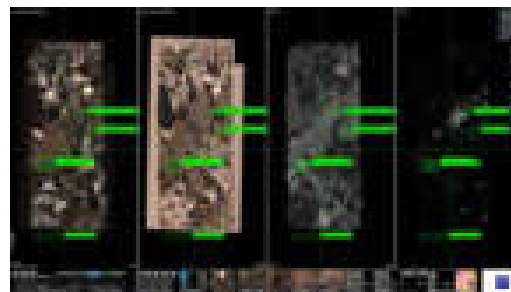
ZEISS Atlas 5 で マルチスケールの課題を克服

Atlas 5 では、包括的なマルチスケールおよびマルチモーダル画像を作成し、日々の作業を簡素化できます。また、強力かつ直観的なハードウェアおよびパッケージソフトが、GeminiSEM の性能をさらに拡大させます。

効率的なナビゲーションにより、画像をどのソースからでも関連させることができ、ハイスループットおよびプロトコルを使用した自動化による広域イメージングを最大限に活用できます。独自のワークフローで試料への理解がより深まる上に、自動 STEM イメージングまたはアレイトモグラフィなどのメリットが得られます。材料科学や生命科学研究の日々のニーズに合わせて Atlas 5 を活用できます。NPVE モジュールを使用したナノパターン化、またはモジュール「ブラウザベースのビューアエクスポート」を使用したレポートの共有など、モジュールを使用すると可能性がさらに広がります。



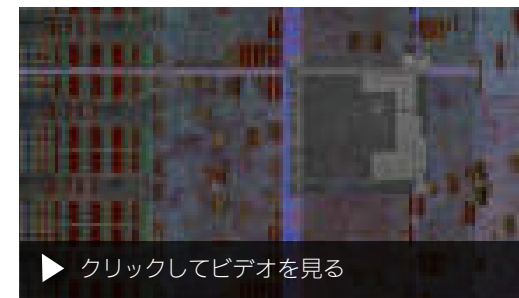
自動イメージングのための使いやすいワークフロー指向の GUI (グラフィカルユーザーインターフェース)。



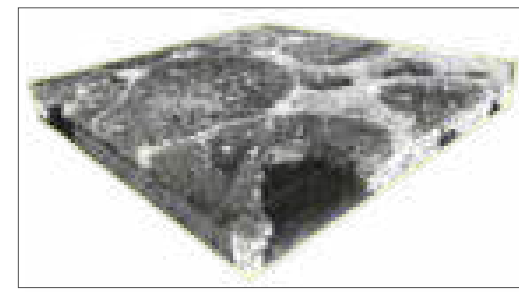
「ブラウザベースのビューアエクスポート」によって視覚化した、岩石学的薄片の光学顕微鏡および電子顕微鏡を含むマルチモーダル実験。試料：過アルカリ花崗岩。試料およびデータセットのご提供：A. Gysi, D. Schumann, Fibics Incorporated, Ottawa, Canada



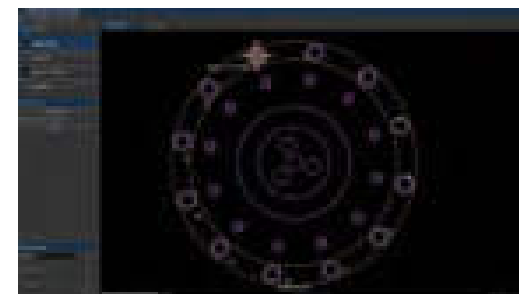
12 個の TEM グリッド用の STEM 試料ホルダーを SEM に取り付けます。STEM 検出器を TEM グリッドの下に配置します。



光学顕微鏡と SEM による集積回路のイメージを Atlas 5 関連ワークスペースで統合。



ウマゴヤシ属根粒。Atlas 5 Array Tomography による SEM イメージング。ご提供：J. Sherrier, J. Caplan & S. Modla, University of Delaware, USA



新しい STEM プロジェクトを開始し、試料間の移動が簡単にできます。

材料研究のためのクライオソリューションで可能性を拓く

- 概要
- 特長**
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

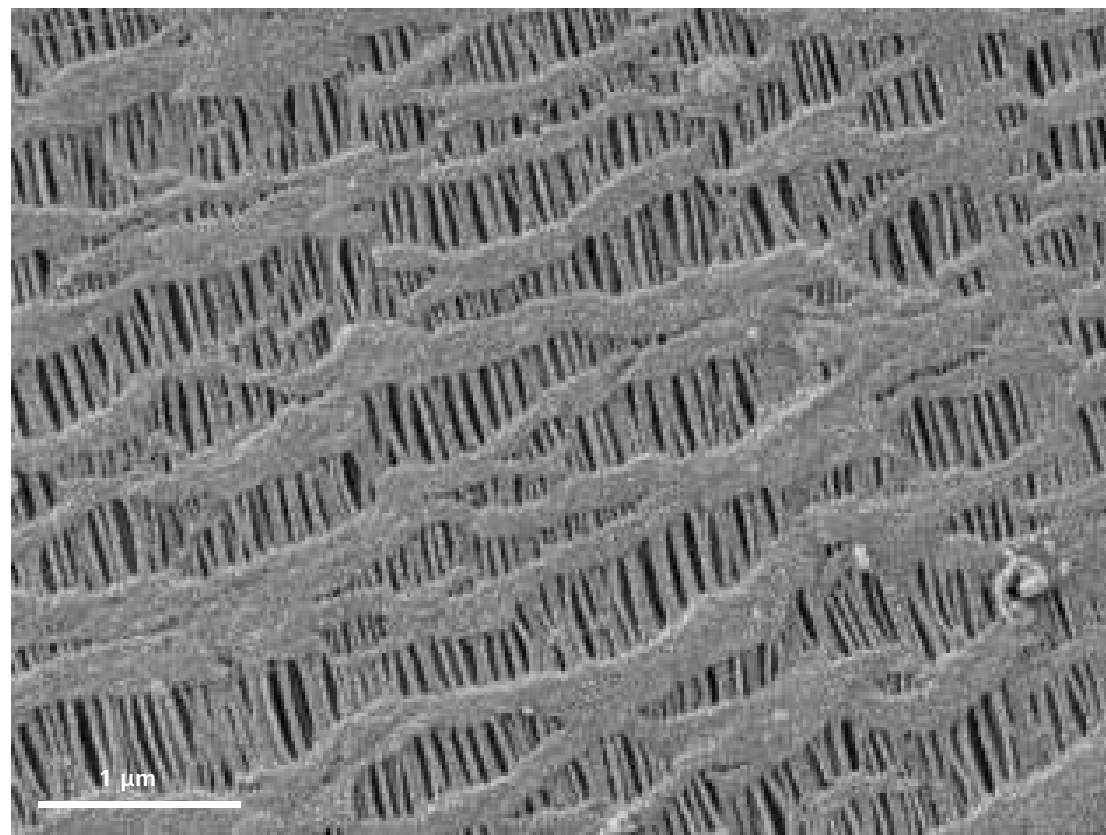
材料研究のためのクライオソリューション

これまで、極低温での電子顕微鏡法は一般的に生命科学アプリケーションに関連づけられてきましたが、材料研究におけるクライオの使用例も数多くあります。

SEM 解析中にクライオを使用することで、カルコゲン化物、ポリマー、一部の III-V 半導体などのビーム感受性の高い材料を安定させることができます。このようなアプリケーションには、本格的なクライオシステムは必要ありません。そのため、ZEISS が提供する標準エアロックを使用して、試料を室温で顕微鏡に移すことができます。コストが最適化されたクライオソリューションにより、ビーム感受性の高い試料のアーチファクトのないイメージングが可能となり、ZEISS 電界放出型 SEM に新しいレベルの汎用性が備わります。



クライオ試料ホルダーは、ZEISS 提供の標準エアロックを介して室温でクライオステージに移されます。



極低温 -160℃でイメージングされたポリプロピレンセパレーター。室温では、試料は電子ビーム照射への感受性が非常に高いため、その構造は電子ビームによって大幅に変化します。低温では、構造を損傷させることなく一度に数分間観察できます。

3D STEM トモグラフィーで可能性を拓く

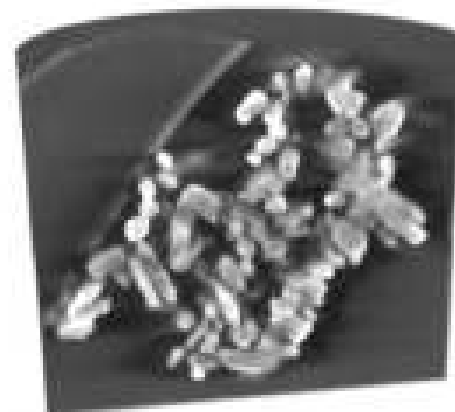
- 概要
- 特長**
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

3D STEM トモグラフィー

電界放出型 SEM で自動 STEM トモグラフィーを測定できます。また、API を使用した STEM トモグラフィー自動取得用のプログラムは、オートフォーカスと画像取得だけでなく、回転および傾斜ステージの動きを計算します。特徴追跡は STEM トモグラフィー全体のイメージシフトを補正し 2 つの画像間のドリフトを最小で約 50 nm に保ちます。STEM 試料ホルダーは 60° の傾斜と 180° の回転が可能で、STEM 検出器はすべての要件に対応します。また、3D 再構成ソフトウェアが試料の 3D モデルをレンダリングします。



カーボンフィルム上の ZnO ナノ粒子の STEM トモグラフィー。STEM トモグラフィー用の特別な試料ホルダーを使用して aSTEM 検出器で同時に収集された 4 つの信号の一例として、環状暗視野 STEM 画像が示されています。

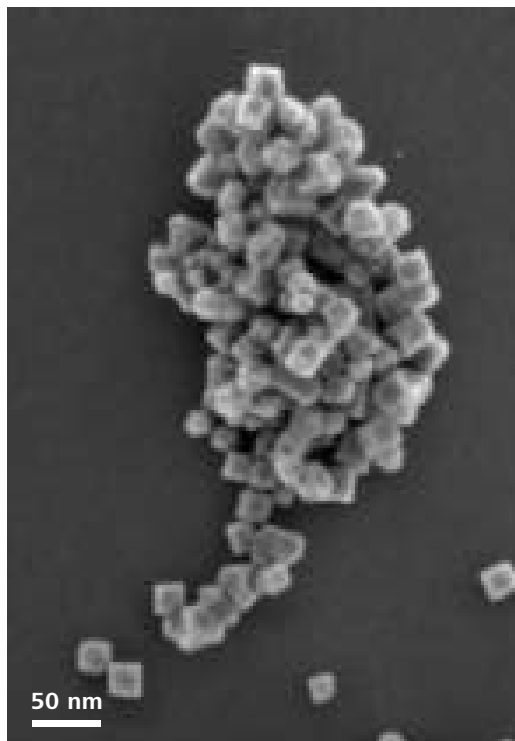


カーボンフィルム上の ZnO ナノ粒子、ナノ粒子の 3D トモグラフィー。

ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション**
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

ナノサイエンスとナノマテリアル



磁性 FeMn ナノ粒子、加速電圧 1 kV、Inlens SE 検出器、GeminiSEM 560。

未来のイノベーションの基礎は、今日のナノサイエンスとナノマテリアルの研究によって築かれるものであり、科学者は既存の技術を進歩させるために、構造をナノスケールで理解および制御する必要があります。同時に、まったく新しい製品や産業プロセスを生み出す可能性のある新材料の開発につながる発見が求められています。ナノテクノロジーにおける継続的な進歩は、より優れた電子機器や通信機器、つまり安く作れて、高い処理能力を備えたデバイスが前提条件です。ナノ材料ベースの触媒の中には、エネルギーと資源の効率的な使用を促進するものがあるほか、水や空気の処理に使用されているナノ材料もあります。ナノセンサーはより安全な環境を提供し、医学の領域では、ナノサイエンスにより診断とケアが向上しています。これらすべての分野において、ZEISS の電界放出型 SEM は、これらの利点をナノメートルスケールで活用し、ナノサイエンスおよびナノマテリアルの研究の発展に不可欠なツールとなっています。

タスクとアプリケーション例

- ナノ電子デバイスやフォトニックデバイスの構造、完成度、故障の視覚化
- 大きなビーム損傷、帯電効果、画像の歪みを回避しながら、2D 材料などの感受性の高い試料のイメージング
- 高分解能でのナノ磁性とナノメカニクスの研究、材料の表面トポグラフィーの特性評価、その元素組成の分析
- ナノ流体実験用のデバイスの品質評価

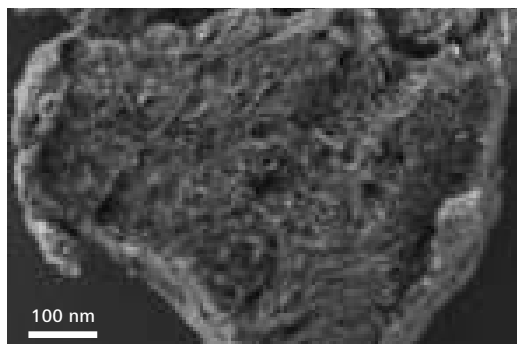
ZEISS GeminiSEM のメリット

- 材料やデバイスのナノ構造を明らかにする高分解能イメージング
- デバイスプロトタイプング用の電子ビームリソグラフィー
- 幅広いスケールに対応した顕微鏡分析
- 試料から最大限の情報を引き出せるよう組み合わせられた、さまざまなイメージングおよび解析

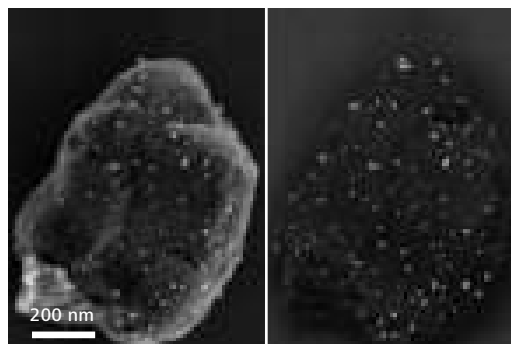
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

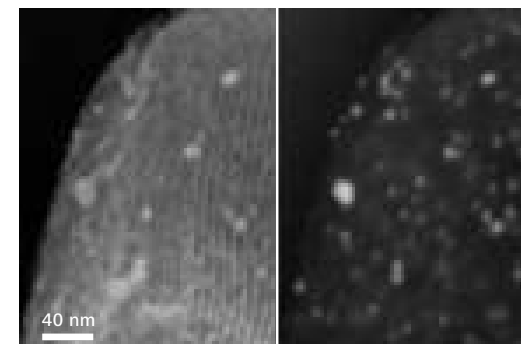
ナノサイエンスとナノマテリアル



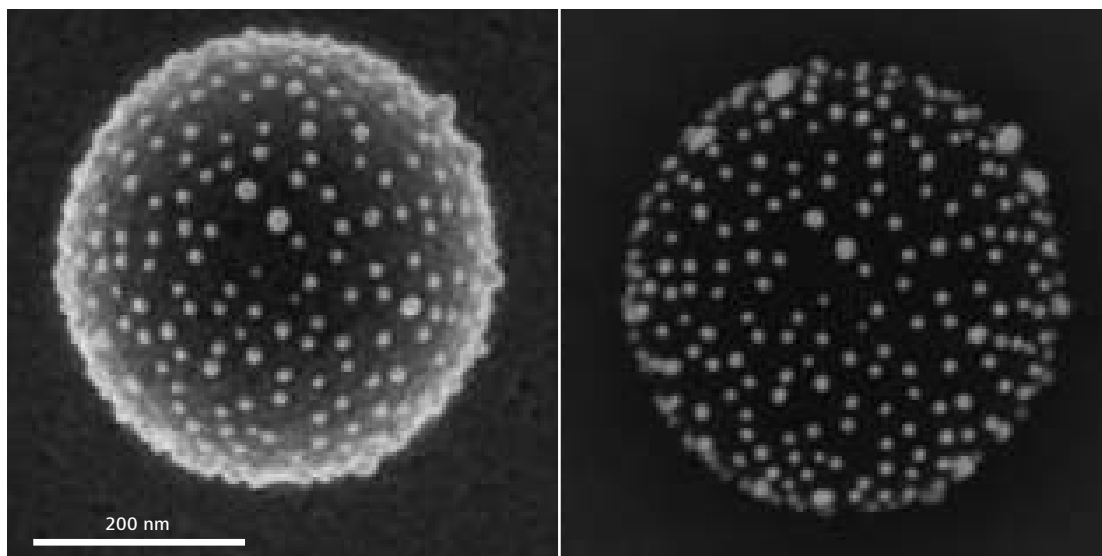
加速電圧 500 V、Inlens SE 検出器でイメージングしたメソポーラスシリカ。



触媒：ゼオライトに埋め込まれた銀のナノ粒子。Inlens SE 検出器（左）および EsB 検出器（右）、加速電圧 1.5 kV。ご提供：G. Weinberg, Fritz-Haber-Institute of the Max-Planck Society, Germany



触媒 Ag ナノ粒子を含むゼオライト。加速電圧 5 kV でイメージング。Inlens SE 検出器（左）および EsB 検出器（右）。ご提供：G. Weinberg, Fritz Haber Institute of the Max Planck Society, Germany

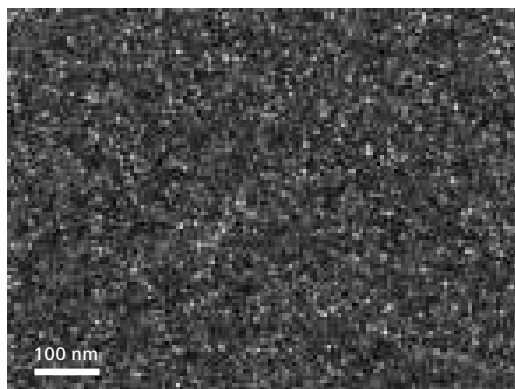


機能性表面の前駆物質材料、ポリスチロール球上の金ナノ粒子。加速電圧 3 kV でイメージング。左：Inlens SE イメージ、表面トポグラフィー。右：Inlens EsB イメージ、組成コントラスト。ご提供：N. Vogel, University Erlangen-Nuremberg, Germany

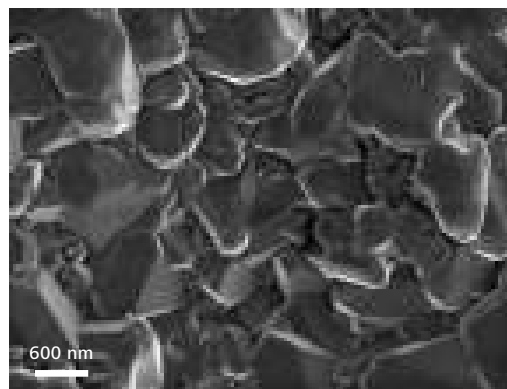
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

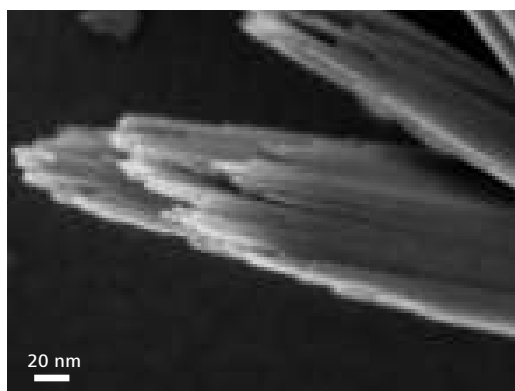
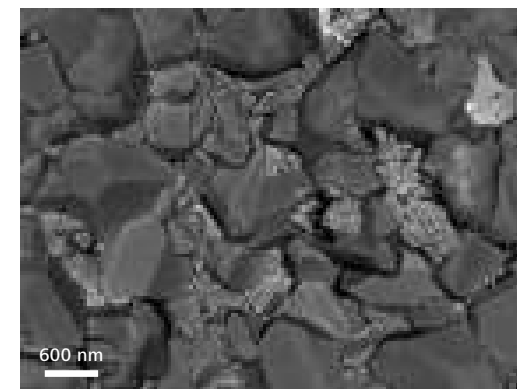
ナノサイエンスとナノマテリアル



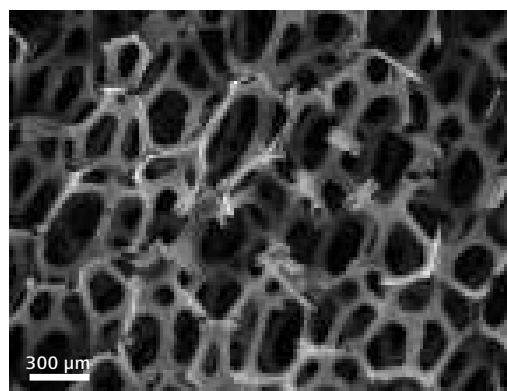
データ記憶媒体の磁性粒子。ナノスケール粒子のさまざまなグレイレベルは、チャネリングコントラストの効果によるものであり、ナノ結晶の配向情報を示しています。GeminiSEM 450、加速電圧 20 kV、aBSD 検出器でイメージング。



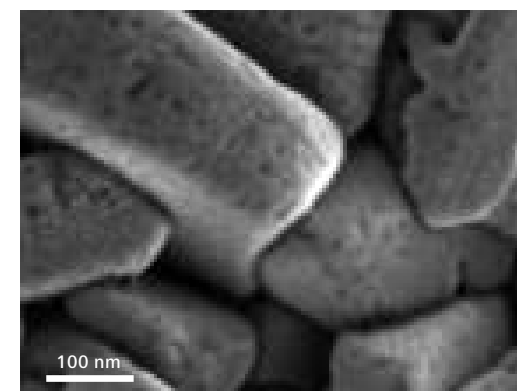
$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 、ケミカルループ水素製造プロセスの触媒として使用される複合ナノマテリアル。Inlens SE 検出器（左）および Inlens EsB 検出器（右）の画像からの情報を組み合わせることにより、包括的に特性評価。GeminiSEM 460 で、加速電圧 2 kV でイメージング。



加速電圧 1 kV で観察した、ナノメートル間隔の $\text{FeO}(\text{OH})$ 結晶。
ご提供：L. Maniquet, INP Grenoble, France



連続発泡ニッケルフォームのようなこの金属フォームは、バッテリーあるいはスーパーキャパシタのカソード基板として広く使用されています。加速電圧 8 kV、GeminiSEM 460、Inlens SE 検出器を使用して、高い焦点深度（DOF）で観察しました。歪みのない大きな FOV をご覧ください。

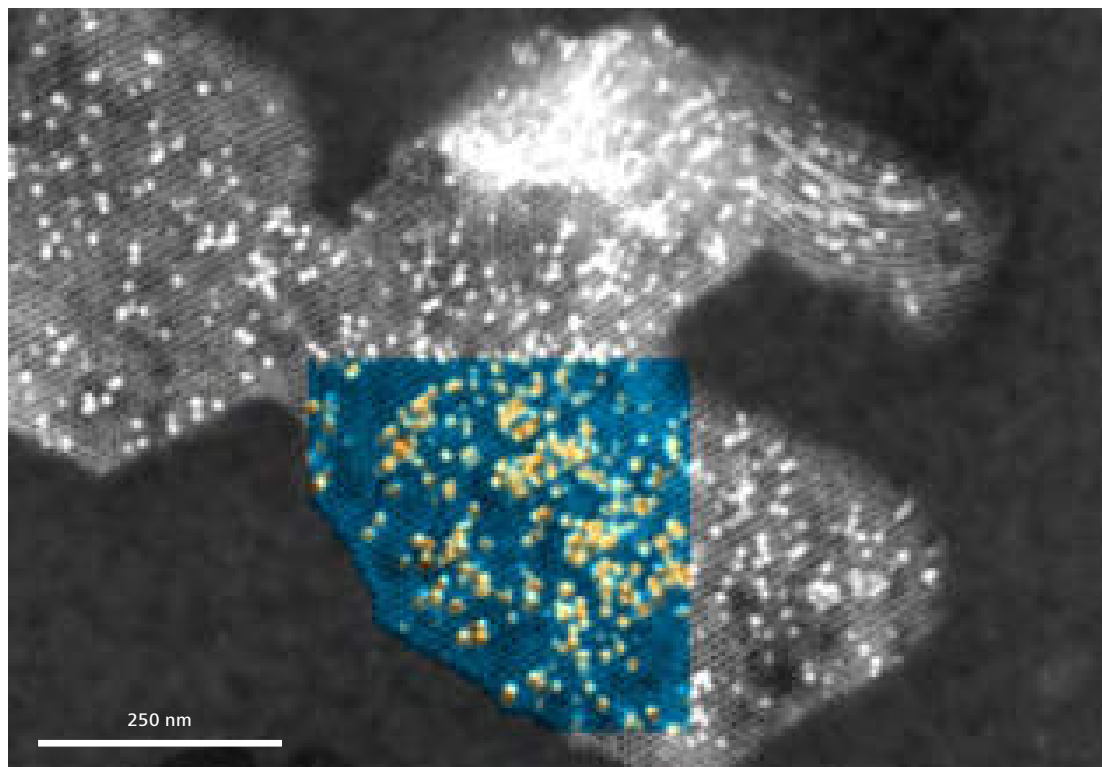


銅ナノ結晶。Tandem decel オプションを使用し、-3 kV の試料バイアスを印加してイメージング。これにより、コントラストと分解能が向上します。

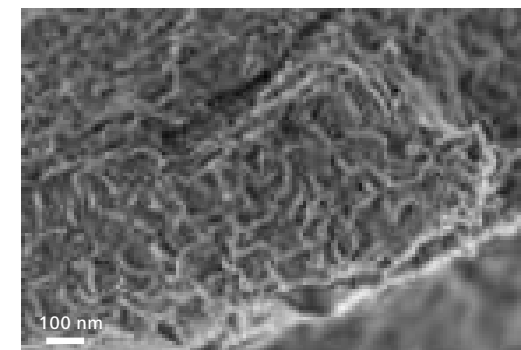
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

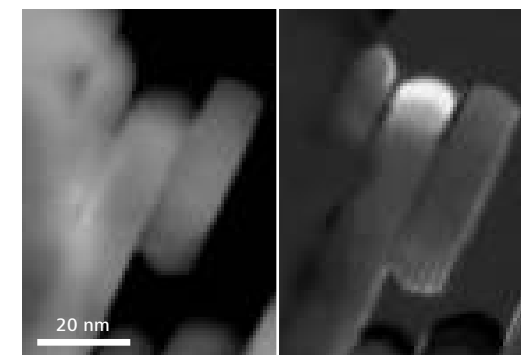
ナノサイエンスとナノマテリアル



シリカに担持されたコバルト触媒、GeminiSEM 460 を使用して、加速電圧 25 kV で高分解能イメージングおよび EDS 解析。メソポーラスシリカに埋め込まれた約 10 nm サイズのコバルトナノ粒子を aSTEM 検出器でイメージング、EDS マップと重ね合わせ。10 nm の担持されたコバルト触媒は、炭化水素生成に最も活性があり最も選択的な触媒であることを証明。



モンモリロナイトのナノメートルスケールの粒子を特性評価するには、加速電圧 800 V で GeminiSEM 560 の Inlens SE 検出器を使用して超低 kV イメージングを実行します。

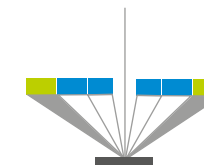
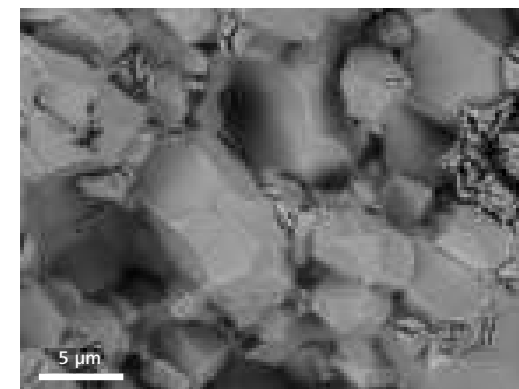
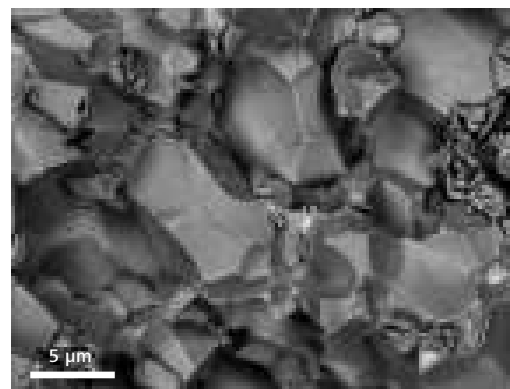
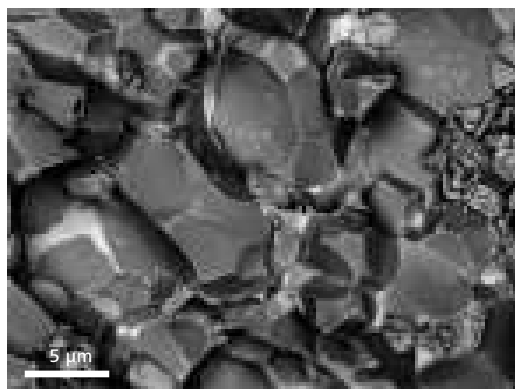


GeminiSEM 560 で加速電圧 22 kV、環状 STEM でイメージングを行った 1.1 nm (002) 格子面間隔の $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ナノ粒子：(左) 暗視野および (右) 高角散乱環状暗視野、結晶格子サイズの分解能で、Ba と Fe の原子量の違いによるコントラストを表示しています。ご提供：H. Romanus, TU Ilmenau, Germany

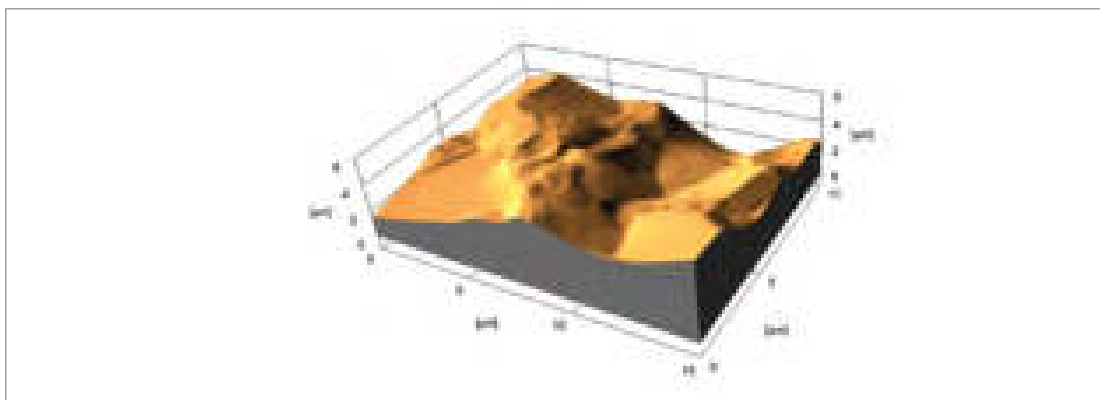
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

ナノサイエンスとナノマテリアル



消磁された NdFeB 試料の破断面をイメージング。GeminiSEM 460 で、サンプルバイアスなし、加速電圧 3 kV、環状反射電子検出器（aBSD）を使用してイメージング。取り出し角度選択可能な BSE 検出機能を持つ 6 セグメントの aBSD 検出器を活用。左：取り出し角度が小さい BSE は、aBSD 検出器の内側リングで検出され、より多くの表面組成情報を含み、組成コントラストの高い画像が得られます。中央：中央リングによって BSE を検出すると、表面の形状および組成情報が混ざったイメージとなります。右：取り出し角度が大きい BSE には主に表面形状情報が含まれ、4 つのセグメントに分割された外側リングによって検出されます。（イメージングに使用している検出器のセグメントは、それぞれ緑で表示されています。）

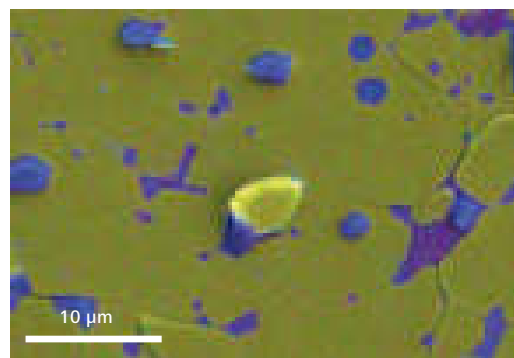
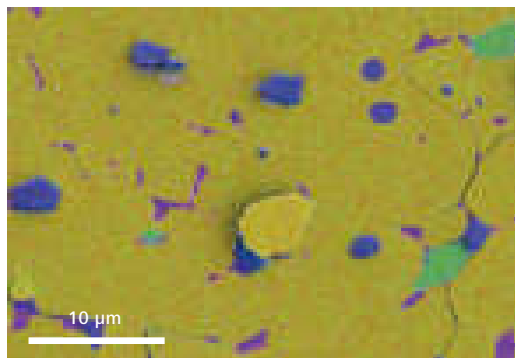


aBSD 検出器と 3D サーフェスマデリング用ソフトウェア 3DSM を用いて表面トポグラフィーを視覚化。aBSD ダイオードの外側のセグメントリングで取得した画像から、3DSM を用いて破面のモデルを生成。表面トポグラフィーを視覚化し、定量値の測定も可能です。

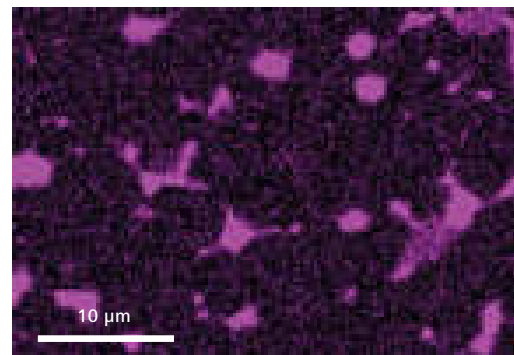
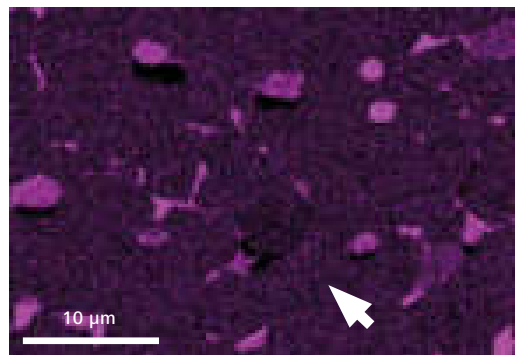
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

ナノサイエンスとナノマテリアル



ホウ素（緑）を元素マップに追加した場合、加速電圧 15 kV（右）で取得したマップ（青：酸素）に比べて、3 kV で取得したマップでは Nd（ピンク）に対するホウ素の細かい分散が高解像度で示されています（左）。GeminiSEM 460 による EDS 分析。

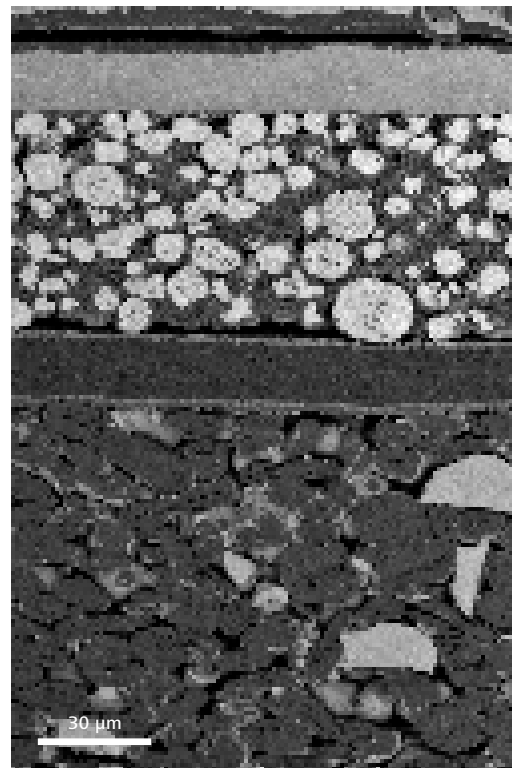
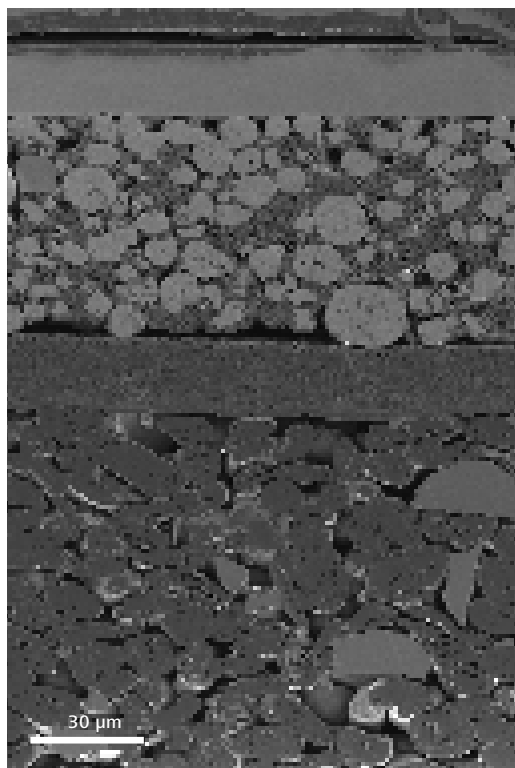


加速電圧 3 kV（左）、および 15 kV（右）で取得した元素マップを比較することにより、高い空間分解能が必要な場合、低加速電圧 EDS マッピングが有利であることがわかります（ピンク：Nd）。マテリアル中の Nd の分散状態を調べる際、3 kV で取得した低加速電圧マップでは、マトリックス内のナノメートルサイズの粒子（矢印）でもより詳細な情報が得られます。GeminiSEM 460 による EDS 分析。

ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

エネルギー材料



NCM カソード、セラミックコーティングされたセパレーター、および加速電圧 1 kV でイメージングされたグラファイトとシリコンアノードを含むリチウムイオン電池の断面図。Inlens SE 信号（左）と比較した Inlens EsB 信号（右）では、グラファイトとシリコンの間にさらなる材料コントラストが見られ、ポリマーセパレーターの両側のセラミックコーティングを明瞭に観察可能。

エネルギー利用の将来は、新しい機能性材料や、バッテリー、太陽電池、燃料電池などの高度なデバイスの開発に依存しており、それらのデバイスのパフォーマンスは、その微細構造や構成する材料の微細構造に複雑に関連しています。そして、これらの複雑な材料システムは、多くの異なる材料間の相互作用に依存して効果的に動作します。研究では、デバイスのパフォーマンスを十分に理解する前に、まずネイティブ環境の微細構造の詳細を理解する必要があります。そこから、プロセスを説明する効果的なモデルの構築を開始し、今後数年間のエネルギー研究を支える次世代の材料を開発することができます。

タスクとアプリケーション例

- 微細構造とデバイスの評価
- 欠陥分析
- 位相分布
- 細孔と破壊の定量化

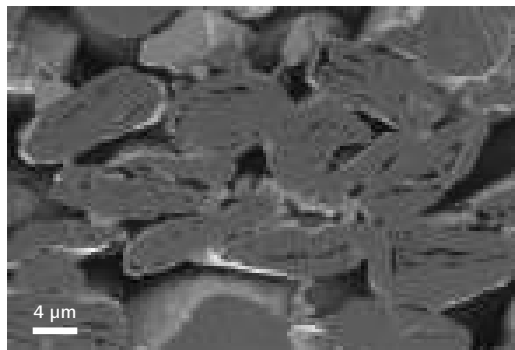
ZEISS GeminiSEM のメリット

- 詳細な観察のために材料のコントラストを明らかにする Inlens SE および Inlens EsB 検出器
- 最高の分解能でナノスケールをイメージング
- 高性能の低 kV 機能により、感受性の高い材料を自然な状態で観察
- 大ビーム電流、高分解能解析で簡単に解析可能

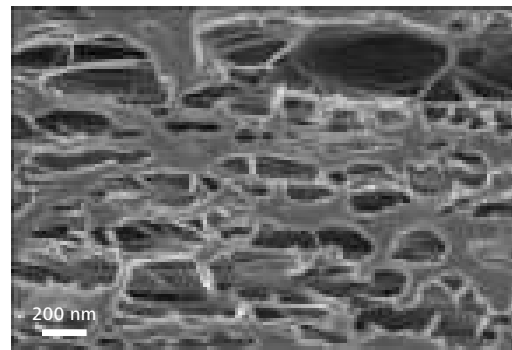
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

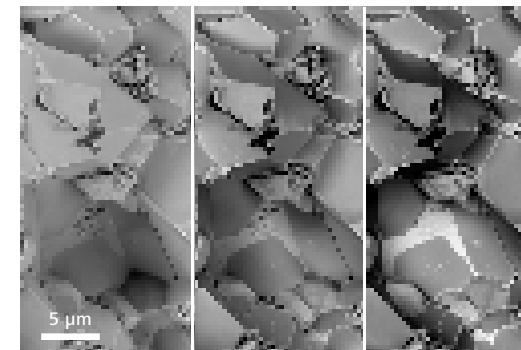
エネルギー材料



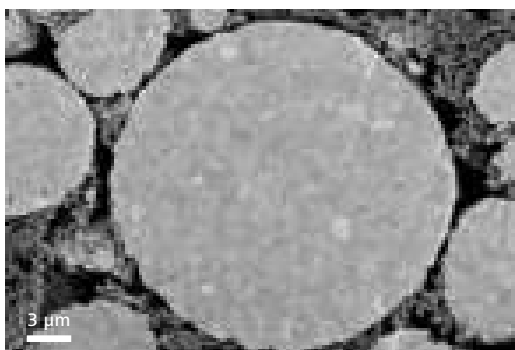
Inlens SE 検出器を使用して加速電圧 1 kV でイメージングされたリチウムイオン電池のアノード断面のグラファイトとシリコン粒子。



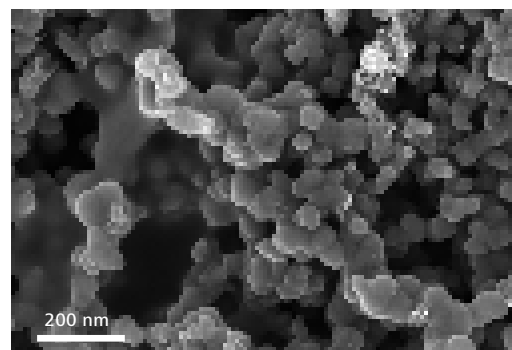
Inlens SE 検出器を使用して加速電圧 1 kV でイメージングされたリチウムイオン電池の、コーティングされていないポリマーセパレーター膜の断面画像。セパレーターなどの繊細な材料は、複雑な構造の損傷を防ぐために、低加速電圧でイメージングする必要があります。



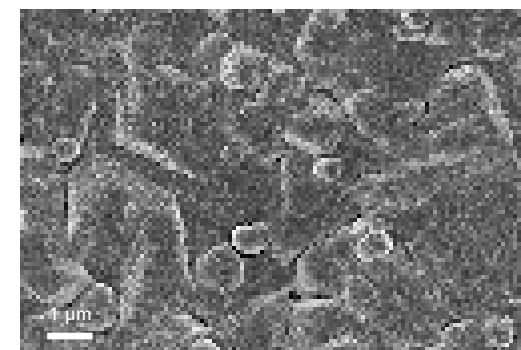
NEV モーターで使用されている消磁された NdFeB 永久磁石の破断面。加速電圧 3 kV および作動距離 7 mm でイメージング。3つの異なるコントラストは、それぞれ aBSD 検出器の外輪、中輪、内輪によって得られます。



Inlens SE 検出器を使用して加速電圧 1 kV でイメージングされたリチウムイオン電池の、500 回のサイクル試験後の NCM622 カソード粒子。サイクル試験による亀裂を観察可能です。



Inlens SE 検出器を使用して加速電圧 2 kV でイメージングされた、コーティングされていない高分子電解質燃料電池の微孔性層の表面。個々のカーボンナノ粒子がバインダーで凝集して多孔質の構造を形成し、直径が 10 nm 未満の白金ナノ粒子も観察できます。



加速電圧 1.8 kV で Inlens SE 検出器を使用して表面構造を強調表示した、アルミナ基板上的 CIGS 太陽電池の表面。

ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

概要

特長

アプリケーション

システム構成

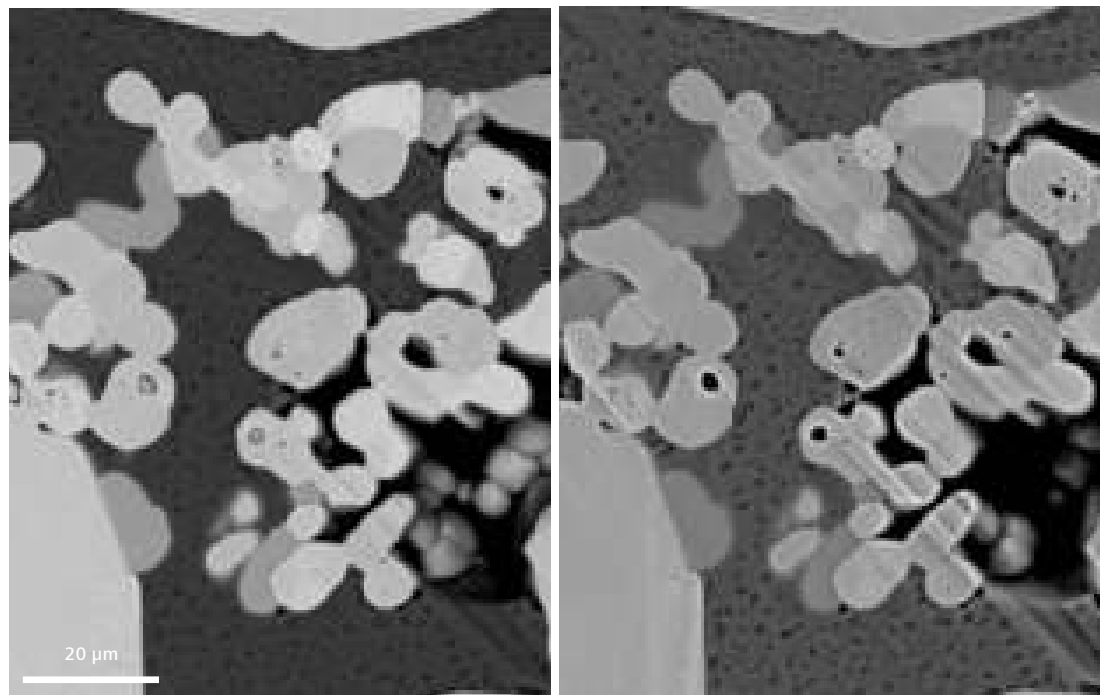
技術仕様

サービス

エンジニアリング材料

進化し続ける構造上のニーズを満たす材料の需要は、近年多くのイノベーションを生み出してきました。これらには、熱や疲労に耐性のある高度な合金、高強度の複合構造、環境耐性のある自己修復コンクリート、信頼性の高い保護コーティングなどがあります。さらに、積層造形や 3D プリントのプロセスにもイノベーションがもたらされています。これらのエンジニアリング

製品を開発または改善するには、ライフサイクル全体にわたって材料の特性を詳細に理解する必要があります。そのため顕微鏡は、粒子構造とサイズ、テクスチャ、相と相転移、体積分率、介在物と不純物の分布、表面仕上げなど、関心のある特徴を研究する上で中心的な役割を果たします。



材料コントラスト（左）と形状コントラスト（右）を明らかにするためにイメージングされた銅 - タングステン合金。明るい粒子は、単一または複数の粒子からなるタングステン粒子。暗い部分はナノ多孔性の銅。

タスクとアプリケーション例

- 優れたコントラストとシャープさを備えた、サブナノメートル分解能での多様な材料の特性評価
- 金属組織観察と破壊分析
- さまざまな条件下における in situ での材料挙動の特性評価
- シミュレーションモデルの検証と確実性向上のための実験データの生成

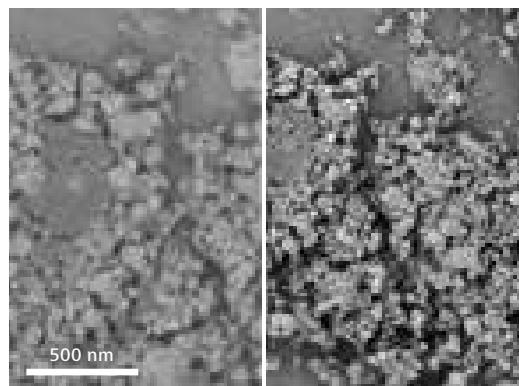
ZEISS GeminiSEM のメリット

- 強化された材料コントラストと形状コントラストの両方で、日常的にナノメートルの分解能での観察が可能
- 超高分解能の Tandem decel や、さまざまな検出器（SE2、Inlens SE、EsB、AsB など）からの多様なイメージングコントラストなど、オプションから各試料に最適化された設定を選択可能
- 長期的なビーム安定性と簡単なパラメータ最適化により、相関顕微鏡法と in situ 顕微鏡法の異なるアプリケーションを迅速に切り替え可能
- 複合材料、繊維、ポリマー、コンクリートなどの非導電性の高度な構造材料をイメージングするための可変圧力（VP）テクノロジーにより、非導電性試料も特性評価可能
- 相関顕微鏡法や in situ 顕微鏡法での効率的な活用のための自動ワークフロー

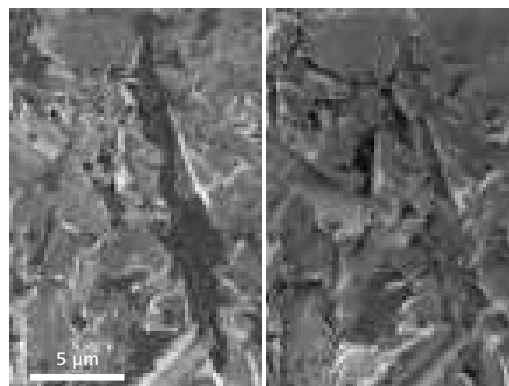
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

エンジニアリング材料



$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ -3 mol % Y_2O_3 ナノコンポジット粉末の断面像。サンプルバイアスなしの 1 kV ランディングエネルギー（左）と 5 kV サンプルバイアスで 1 kV ランディングエネルギー（右）で反射電子検出器を使用してイメージング。サンプルバイアスを使用すると、材料のコントラストとシャープネスが向上しています。



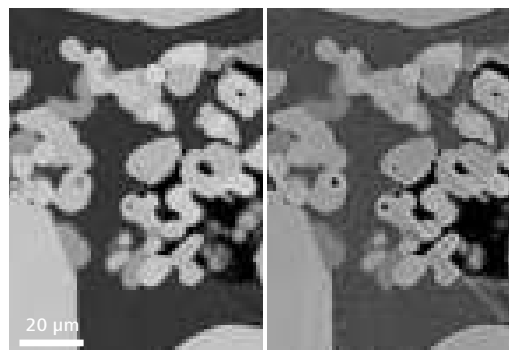
サンドブラストを使用した表面処理後のステンレス鋼表面の断面画像。破碎された SiO_2 は、左の画像で正の帯電を示しています。このコントラストは、5 mm という大きな作動距離（左の画像）でしか得られません。右の画像の作動距離は 1 mm です。



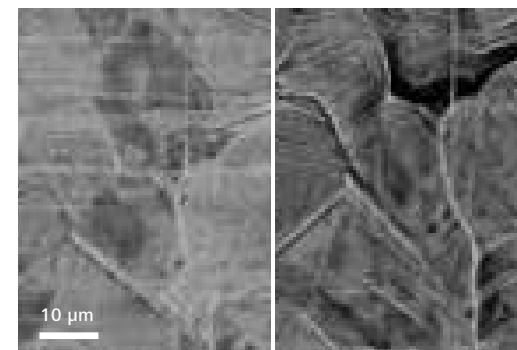
加速電圧 3 kV でイメージングされた合金材料の断面図。Inlens EsB 検出器でイメージングされた、銅基質に囲まれたタングステンコア材料を示しています。



セラミックの表面形状と材料のコントラスト。Everhart-Thornley SE 検出器（左）と Inlens EsB 検出器（右）を使用して観察。



Tandem decel モード、5 kV のランディングエネルギーで aBSD 検出器を使用してイメージングされた銅 - タングステン合金。aBSD 検出器のさまざまなセグメントを使用すると、多様なコントラストが観察可能となります。マテリアルのコントラストを高くするには、内側のセグメント（左）を使用し、表面形状のコントラストを高くするには、外側のセグメント（右）を使用します。



AsB 検出器を使用して、in situ 引張試験でイメージングされたステンレス鋼試料。画像は非常に高いコントラストを持ち、引張前（左）と引張後（右）の画像に示されているように、引張時のスリップバンドの形成を観察できます。

ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

概要

特長

アプリケーション

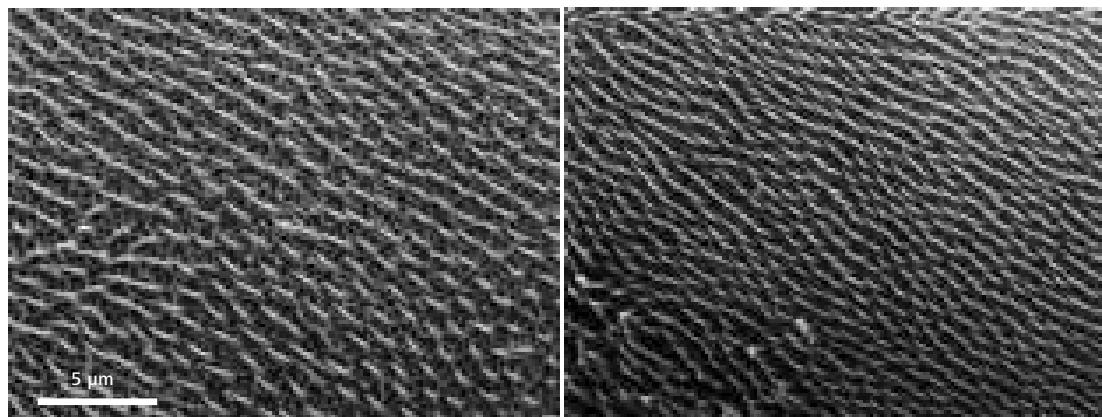
システム構成

技術仕様

サービス

バイオインスパイアード材料、ポリマー、触媒

新しい材料を設計する場合でも、プロセスを最適化する場合でも、生体材料、ポリマー、触媒の新しい表面特性を発見する場合でも、高分解能の走査型電子顕微鏡でこれらの材料の構造的および機能的特性を把握することが不可欠です。ただし、これらの試料は非導電性で、ビーム感受性が高いため、SEM で in situ でイメージングまたはテストすることは簡単ではありません。そのため、GeminiSEM ファミリーの低 kV、低真空、低ビーム電流のイメージング性能は、そのような試料を扱う研究者に非常に役立ちます。



殺菌特性を持つ天然のヤモリの皮膚（左）と、バイオインスパイアード複製によって作られた人口のヤモリの皮膚表面（右）。ヤモリの皮膚を模倣した表面構造は医療目的で使用されます。ナノ構造のとげは、バクテリアを撃退するのに非常に効果的です。加速電圧 3 kV、NanoVP 100 Pa、C2D 検出器。試料：導電性コーティングなしの天然のヤモリの皮膚（左）とシロキサンポリマー（右）

タスクとアプリケーション例

- 表面構造の評価
- 構造分析、セグメンテーション、定量解析
- 生体材料の相関マルチスケール特性評価
- 不良解析とプロセス制御

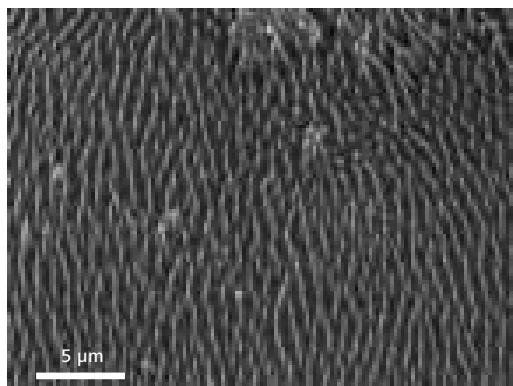
ZEISS GeminiSEM のメリット

- 非導電性試料でも導電性コーティングなしで帯電の無い優れた低加速電圧イメージング
- 業界をリードする低真空機能 NanoVP を使用した非導電性試料の高分解能イメージングと解析特性評価
- GeminiSEM 460 の低ビーム電流モードを使用した、ビーム感受性の高い試料のイメージング
- Inlens SE、EsB、C2D 検出器による優れたコントラスト

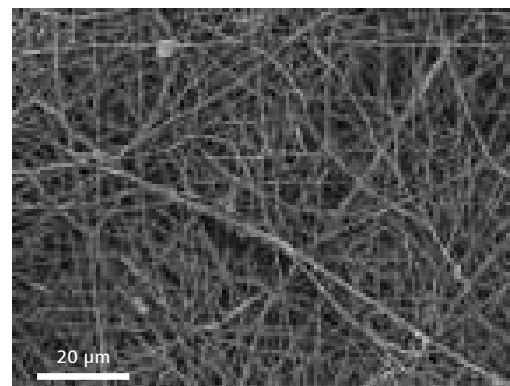
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：材料科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

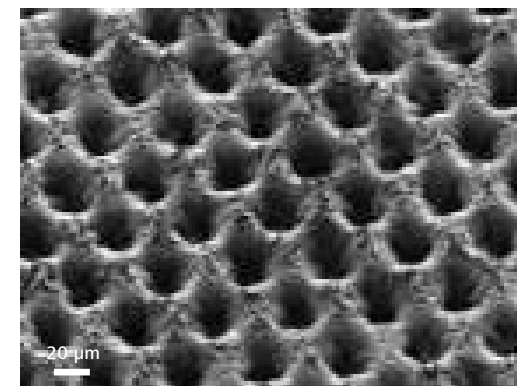
バイオインスパイアード材料、ポリマー、触媒



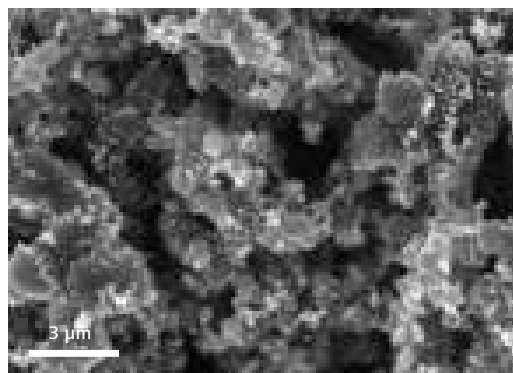
導電性コーティングなしのシリキサンポリマーによるヤモリの皮膚表面のバイオインスパイアード複製。天然のヤモリの皮膚の殺菌特性を模倣したこの合成のとげ状表面は、医療目的で使用されます。ナノ構造のとげが細菌を撃退するのに非常に効果的です。加速電圧 3 kV、NanoVP 100 Pa、C2D 検出器でイメージング。



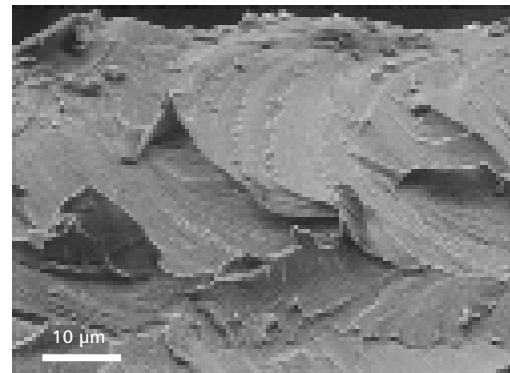
組織光学のためのゼラチンナノファイバー。ゼラチンマットは、ホルムアルデヒドが豊富な雰囲気下で 30 分間安定化されます。加速電圧 1 kV、SE2 検出器、導電性コーティングなしで観察。ご提供：Biological and Macromolecular Materials group at Fraunhofer IMWS, Halle (Saale), Germany



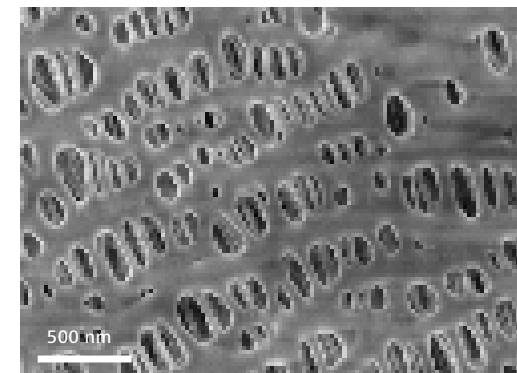
ロール to ロール技術による表面構造化後のポリウレタンフィルム。この表面構造は、超疎水特性に対する濡れ挙動に大きく影響します。ご提供：G. Umlauf, Fraunhofer IGB Stuttgart, Germany



Pt 触媒ナノ粒子を含むプロトン交換膜燃料電池電極。粒子サイズ分布と Pt 触媒ナノ粒子は、GeminiSEM 560、加速電圧 2 kV、Inlens SE を使用して解析できます。



低真空環境下でイメージングされたポリマーの破断面から、2つのポリマーの接着性を観察することができます。不良解析およびポリマー接着プロセスの品質管理に使用される SEM。加速電圧 5 kV、45 Pa、C2D 検出器。



ポリマーセパレーターフィルムは、リチウムイオン電池の重要なコンポーネントです。セパレーターフィルムの厚さ、多孔性、および高温特性は、その性能、信頼性、安全性、および寿命を決定します。ポリマーとして、非常にビーム感受性が高く、非導電性であるため、GeminiSEM の低 kV イメージング性能のメリットを活かすことができます。GeminiSEM 560、加速電圧 700 V で、導電性コーティングを使用せず、Inlens SE を使用してイメージング。

ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：産業

概要

特長

アプリケーション

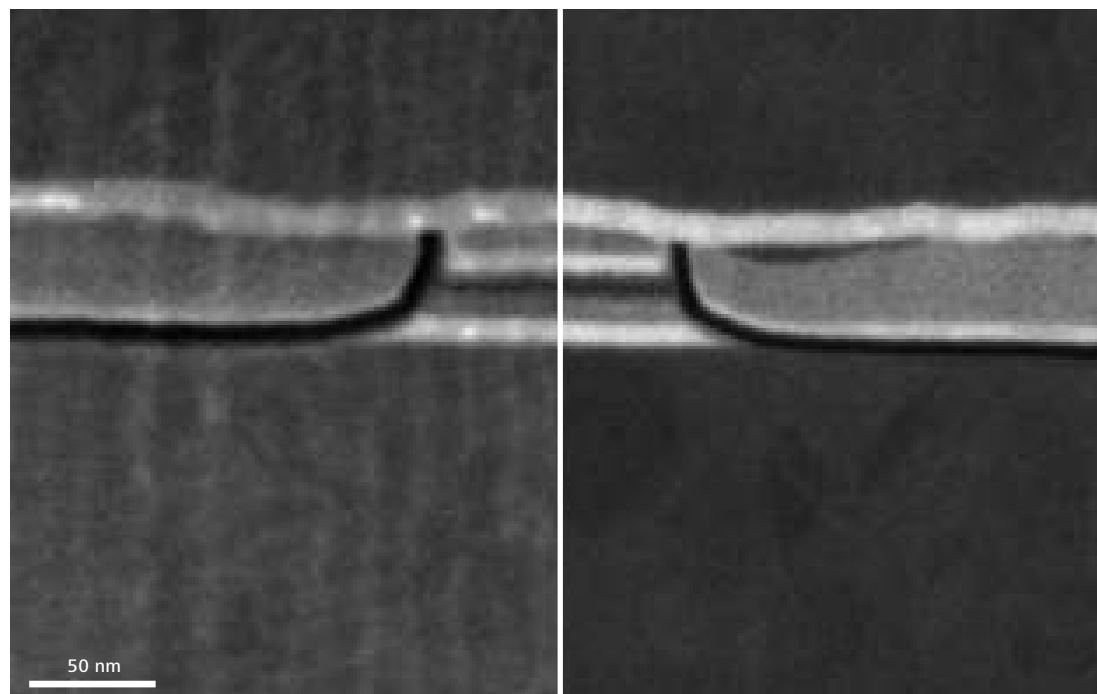
システム構成

技術仕様

サービス

産業用顕微鏡ソリューション

GeminiSEM は、産業品質の不良解析や調査を実施する際に、製品の品質と信頼性を改善・維持するための最適なソリューションを提供します。産業品質の不良解析や調査を実施して初めて、製品として確立された品質基準で工場から出荷できます。不良が発生した場合に重要なのは、その根本原因をできるだけ早く特定することです。これは、適正な製造基準の一部として実施する必要のある是正措置と予防措置を決定するのに役立ちます。さまざまなコンポーネントや材料の設計を行うことは、信頼性の保障が困難となり、不良の原因となる可能性があります。このような不良の根本原因を特定するには、複数の方法やさまざまなアプリケーションを使用する必要があります。そのため、破壊解析や金属組織解析、電氣的不良解析、組成分析など様々な手法を用いて解析を行います。



Inlens SE 検出器（左）と Inlens EsB 検出器（右）でイメージングされたハードディスク読み取りヘッド。

タスクとアプリケーション例

- 機械的、光学的、電子的コンポーネントの不良解析
- 破壊分析と金属組織解析
- 表面、微細構造、デバイスの特性評価
- 組成および位相分布
- 不純物と介在物の判別

ZEISS GeminiSEM のメリット

- 表面がダメージを受けやすい材料の低加速電圧高分解能イメージングから高いビーム電流による分析まで、便利で信頼性の高いパフォーマンス
- ナノメートルスケールまで簡単に不良の特定が可能
- 材料のコントラストを明らかにして詳細情報を得る Inlens SE および EsB 検出器
- ナノスケールインターフェースを最高の分解能でイメージング
- 複雑なマルチ材料を簡単に解析するための高ビーム電流と高分解能分析
- 金属の微細構造、化学、結晶相、ひずみを制限なく解析

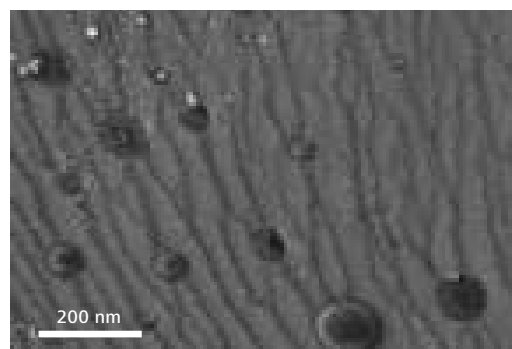
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：産業

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

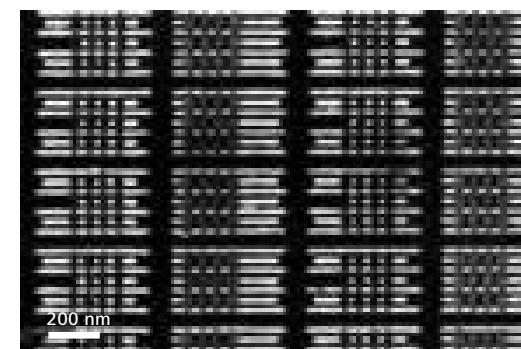
業界用の顕微鏡ソリューション



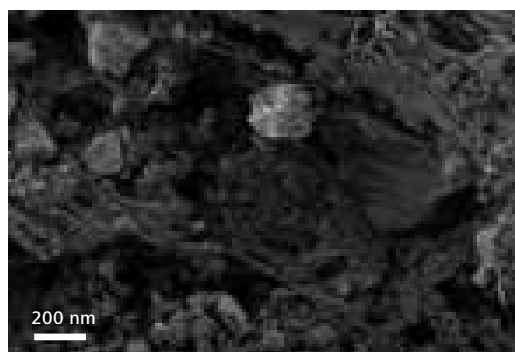
破断面－引張状態での鋼試料の脆性破壊。
ご提供：The Test House, Cambridge, United Kingdom



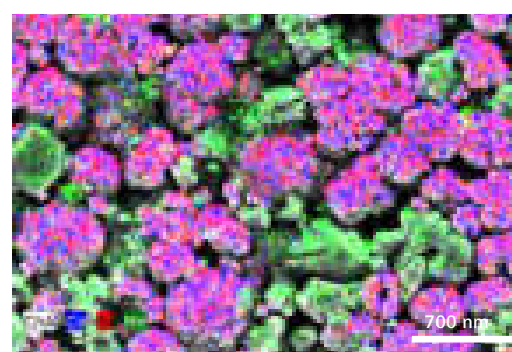
鋼の介在物。Inlens SE 検出器、加速電圧 500 V。



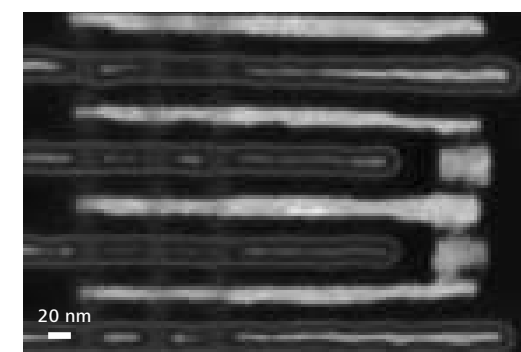
FinFET トランジスター、平面図、22 nm テクノロジー、加速電圧 3 kV、EsB を使用した反射電子イメージング、優れた組成コントラスト。



リチウムイオン電池のカソード。ビーム感受性の高いバインダー材でも加速電圧 500 V ではダメージなく観察可能。ご提供：T. Bernthaler Materials Research Institute Aalen, Germany



リチウムイオン電池のカソード。EDS 組成マッピングで、さまざまな酸化物の構成を示します。ご提供：T. Bernthaler, Materials Research Institute Aalen, Germany



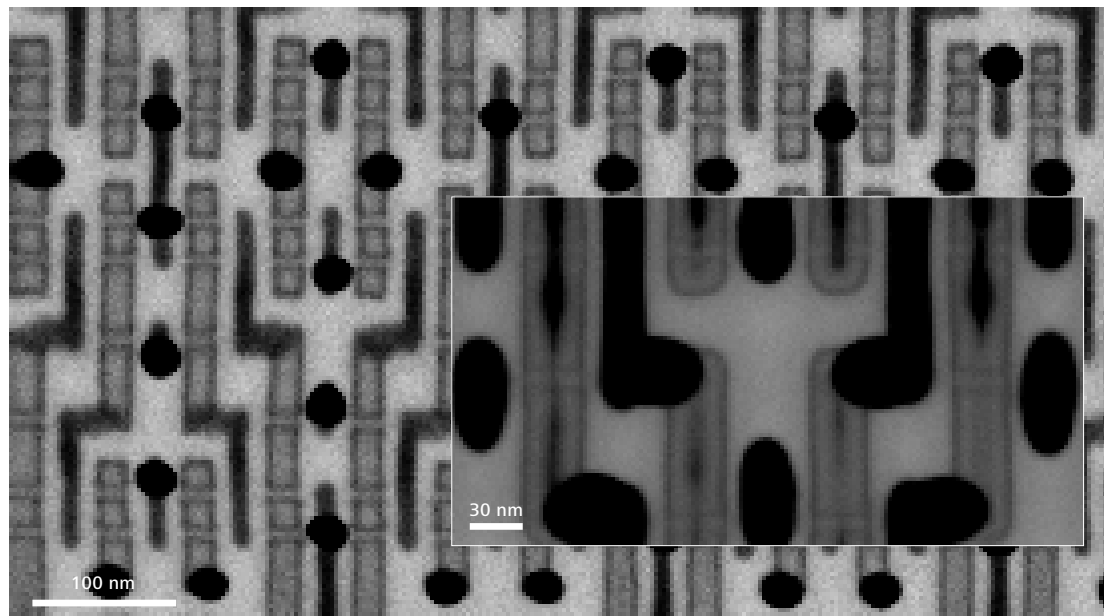
半導体、コンピューターチップ、加速電圧 3.5 kV、Inlens EsB 検出器。

ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：電子機器と半導体

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

半導体デバイスの設計と不良解析

トランジスタのサイズが物理学の限界に近づくにつれて、材料の複雑さが増し、FinFET やゲートオールアラウンドトランジスタなどの 3 次元アーキテクチャがますます一般的になりつつあります。半導体プロセスの制御と不良解析に多くの新しい課題が課されており、こうした進歩に遅れを取ることをない顕微鏡のパフォーマンスが求められています。新しい GeminiSEM ファミリーでは、新世代デバイスの信頼性を支える不良解析技術と、トランジスタが 1 桁のナノメートル機能にスケールダウンする際のイノベーションに対応するための分解能が改善されました。GeminiSEM の高いコントラストや視野の広さにより、電子デバイスのイメージングと特性評価を効率的かつ高い品質で行うことができます。



高加速電圧（ここでは 30 kV）での aBSD 検出器は、FinFET ゲート、タングステンプラグ、錫ライナー（挿入）などの深く埋め込まれた構造を、並外れた分解能とコントラストで示します。GeminiSEM の高分解能での優れたコントラストは、TEM サイト選択ワークフローの不良解析エンジニアにとって便利なガイドとなります。

タスクとアプリケーション例

- 構造解析とベンチマーク
- 電位コントラスト
- 表面から深い所までの分析
- プロービングによる電子特性解析
- TEM 観察位置の特定

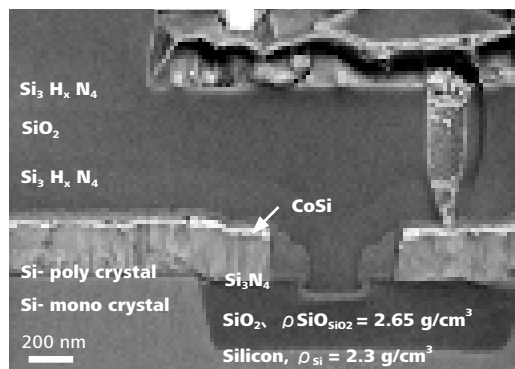
ZEISS GeminiSEM のメリット

- 材料のコントラストを明らかにして詳細を表示する Inlens SE および EsB 検出器
- 電位コントラストなどの低 kV アプリケーション向けの優れた S/N 比と分解能
- オプションのプロービングを使用して観察されるデバイスの電気的特性
- aBSD 検出器により、表面よりも深い部分も優れたコントラストと高い分解能で観察可能

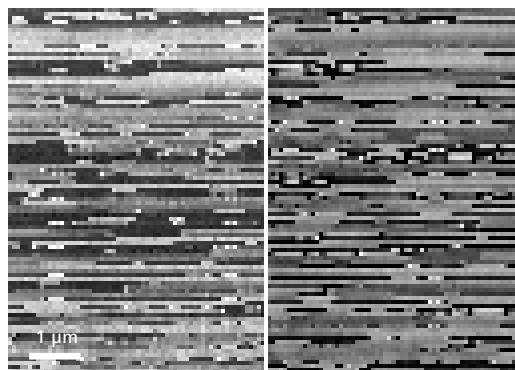
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：電子機器と半導体

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

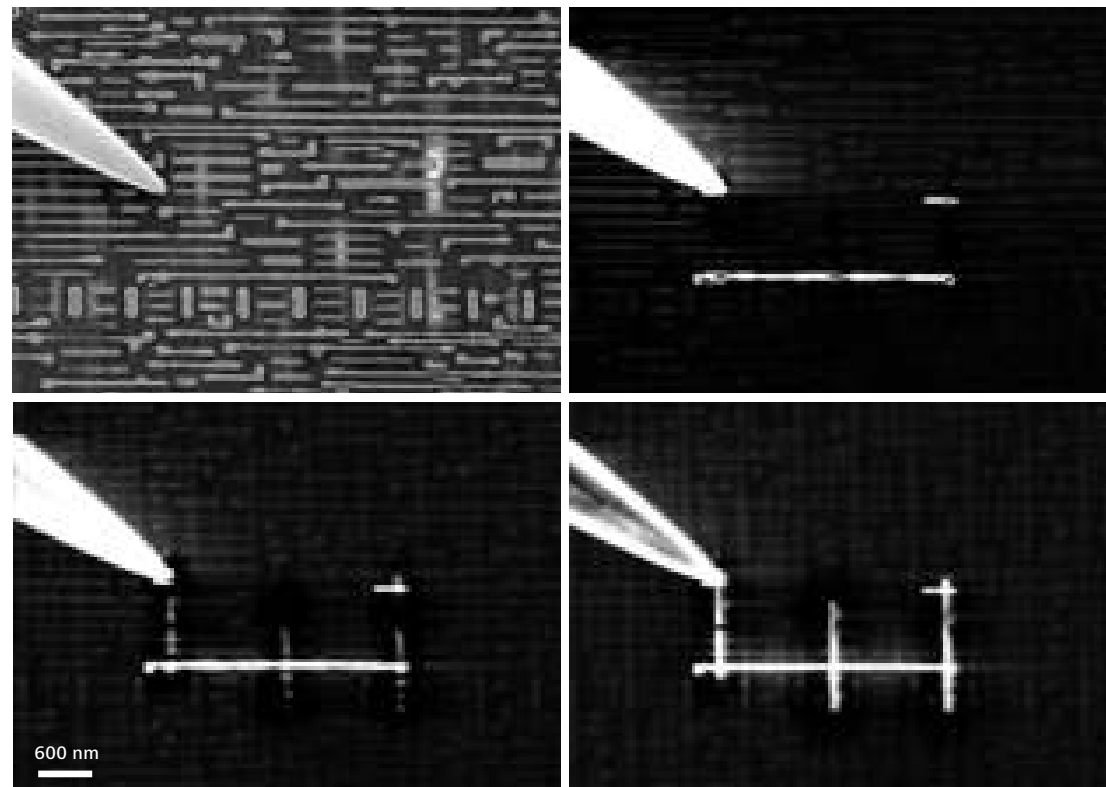
半導体デバイスの設計と不良解析



電子機器の材料が複雑化するにつれて、コントラストはデバイス解析に非常に役立ちます。エネルギーを選択する Inlens EsB 検出器によって可能になる材料コントラストは、GeminiSEM 独自のものであり、今日の集積回路で使用されているすべての材料層を分離できます。



電位コントラストの電子特性は、ビームランディングエネルギーを増やすことで深い部分の構造情報と比較できます。この場合、表面の電位コントラスト観察に加速電圧 1 kV（左）、深い部分のイメージングに加速電圧 3 kV を使用します（右）。Gemini カラムの優れた安定性により、シームレスなワークフローが可能になります。



イメージング時のプロービングにより、更なる情報が得られます。ここで、電子ビーム吸収電流（EBAC）は、1つのノード（左上）に接地したプローブと回路の接続性を示しています。より大きな電圧（右上 2 kV、左下 5 kV、右下 8 kV）での EBAC は、より深部の金属層の構造を示しています。

ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：生命科学

概要

特長

アプリケーション

システム構成

技術仕様

サービス

生命科学

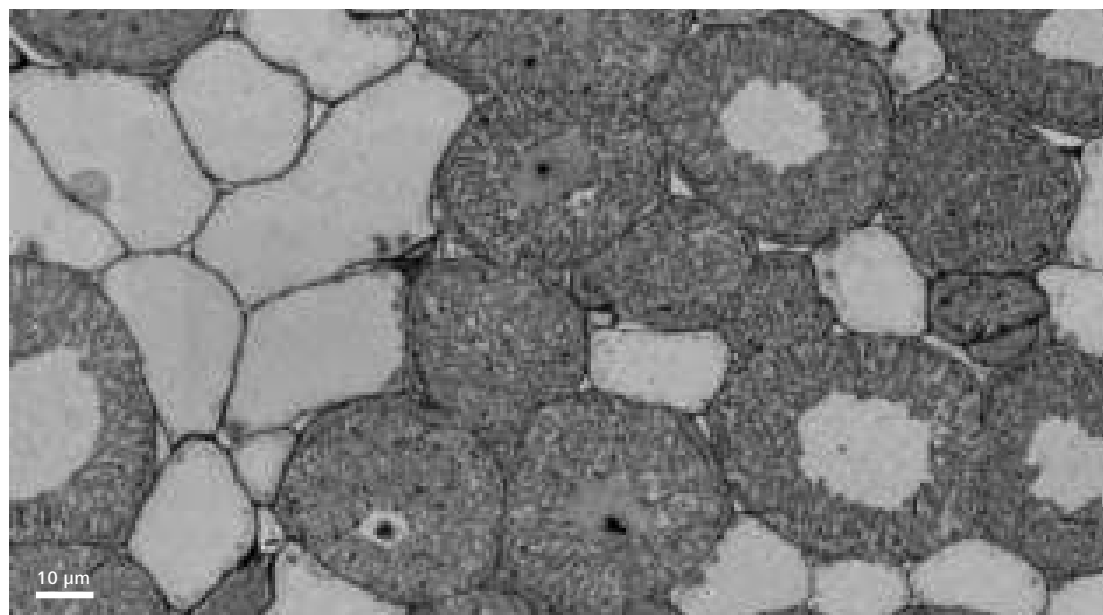
動物学や植物科学から発生生物学、神経科学研究、細胞生物学、一般的な超構造調査まで、生命科学の分野はさまざまですが、顕微鏡検査を欠かすことはできません。生物試料を詳細に特性評価したり、細胞または細胞内プロセスを明らかにしたり、試料の超微細構造を調べるために、たとえば、走査型電子顕微鏡は、細胞間接触さえも観察できる分解能で脳試料の 3D イメージングができます。細胞生物学、癌研究、神経科学では、科学的な疑問を解き明かすために、顕微鏡技術や対照的な技術を組み合わせることがたびたび必要になります。そこで、3D 細胞培養、スフェロイド、オルガノイド、さらには生物全体からのマルチモーダルデータを接続して、試料の全体像を把握できます。

タスクとアプリケーション例

- トポロジーの特性評価
- 高感受性、非導電性、ガス放出、または低コントラストの試料のイメージング
- 細胞や組織などの超微細構造を高分解能で視覚化
- 連続切片などの非常に広い領域のイメージング

ZEISS GeminiSEM のメリット

- SE2 および Inlens SE 検出器を使用した高真空でのトポロジーと、aBSD を使用した組成観察
- 非導電性の試料を低真空機能の VP または NanoVP (C2D 検出器など) でイメージング
- 超微細構造の高分解能イメージングに利用可能な、高解像度反射電子イメージングまたは aSTEM 検出器
- 連続切片試料の広い領域を、アレイトモグラフィーまたは 3View で Focal CC オプションを使用してイメージング

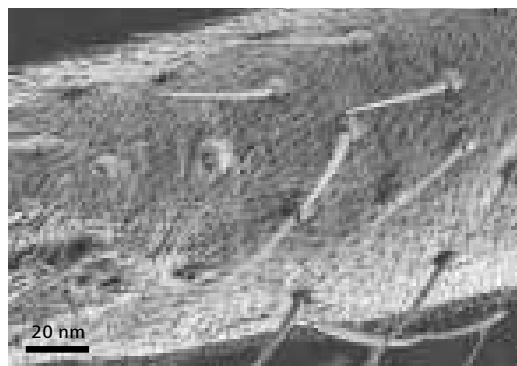


マメ科植物根粒。広視野イメージングにより、これらの根粒菌に感染した根粒の場合のように、感染の統計分析が可能になります。画像スタック調整により、連続切片から 3D ボリュームを構築できます。GeminiSEM 360 および Atlas 5 アレイトモグラフィーでイメージング。

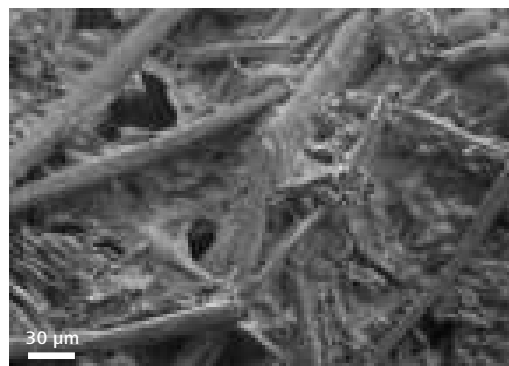
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：生命科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

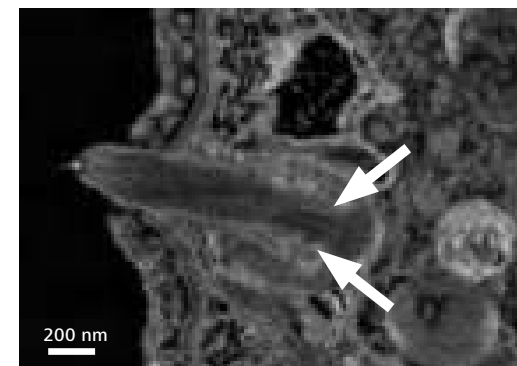
マイクロメートル～ナノメートルスケールでの特性評価



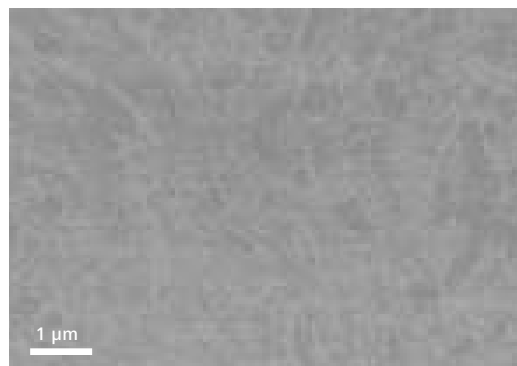
GeminiSEM 360 を使用すると、試料の損傷を回避するための低電圧条件下でも、感受性の高い試料を分析できます。この昆虫の脚は加速電圧 1 kV でイメージングされました。



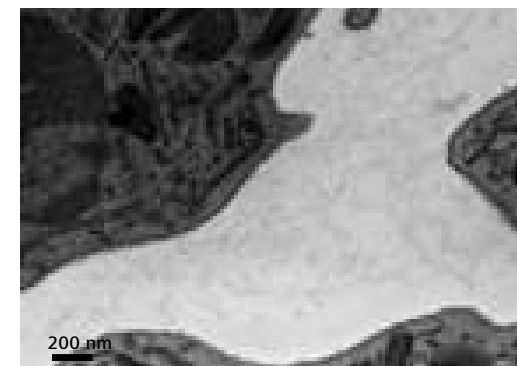
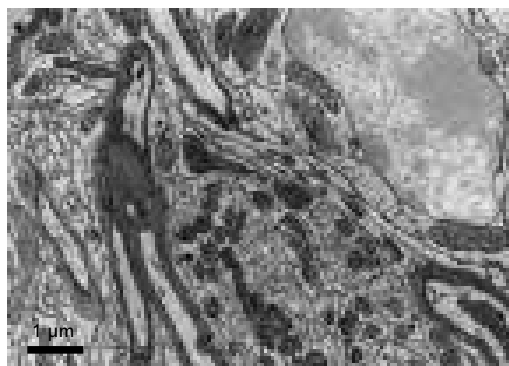
ハチの巣の表面のナノメートルスケール構造。栄養繊維は巣の壁を形成し、噛み砕かれた木材に含まれる経口分泌物で接着されます。GeminiSEM 560、低真空雰囲気下、C2D 検出器を使用して加速電圧 5 kV でイメージング。



GeminiSEM 460 の BSD 検出器でイメージングされた纖毛。セントリンは真核生物の纖毛中に存在する、特別な種類のタンパク質です。ベースとなる器官に、セントリンの多い部分がはっきりと示されています（矢印）。ここで使用されている BSD 検出器は、高いコントラストで極めて小さな差を示すことができます。ご提供：P. Purschke, University of Osnabrück, Germany



生命科学では低コントラストの試料を扱うことも多く、豊かなコントラストが得られません。Tandem decel を使用すると、試料と対物レンズの間に電氣的減速またはバイアスをかけることができ、コントラストが劇的に向上します。左の画像は、Tandem decel オプションなしでイメージングしたコントラストの低い脳切片を示しています。Tandem decel を使用すると右の画像のようにコントラストが向上し、すべての細胞小器官が高解像度ではっきりと確認できます。GeminiSEM 560 でイメージング。



好中球顆粒細胞の観察例では、GeminiSEM 560 のナノツインレンズの機能により、低加速電圧条件下で最良のコントラストが得られることがわかります。小胞のコートマーがはっきりと確認できます。画像提供：I. Wacker, University of Heidelberg, Germany. GeminiSEM 560 でイメージング。

ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：生命科学

概要

特長

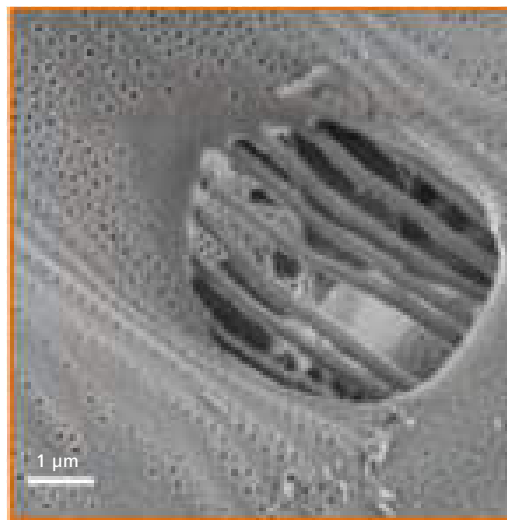
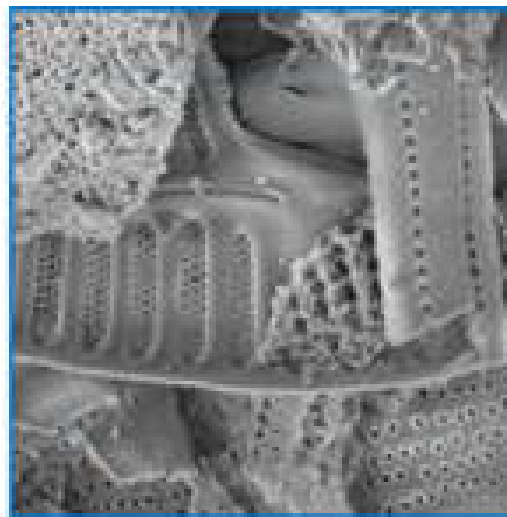
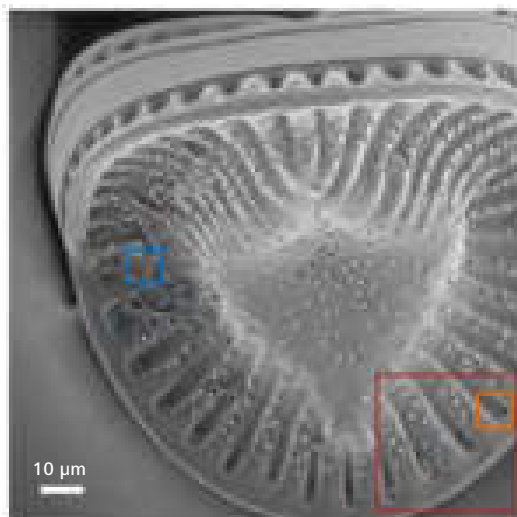
アプリケーション

システム構成

技術仕様

サービス

NanoVP での導電性コーティングされていない試料のイメージング

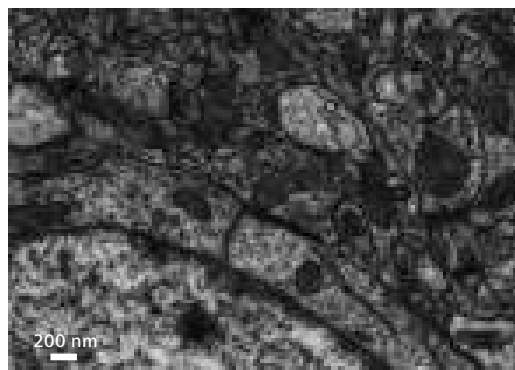


NanoVP には、低真空環境下でも Inlens 検出器を使用できるという独自の優れた特長があります。これにより、帯電しやすい試料の高解像度イメージングが可能になります。通常、高い分解能を得るには、より高いプローブ電流が必要となり、帯電の可能性が高まります。NanoVP を使用することで、圧力可変条件下、加速電圧 2 kV、4nm/pixel の分解能で、コーティングしていない珪藻の微細構造のイメージングが可能になります。さらに拡大図では、NanoVP により、表面だけでなくより深いところの構造も解像度を落とさずに、アーチファクトのない画像が得られています。珪藻細胞骨格の詳細な超微細構造。GeminiSEM 560 でイメージング。

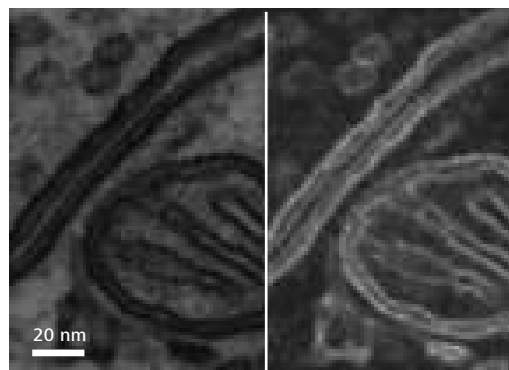
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：生命科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

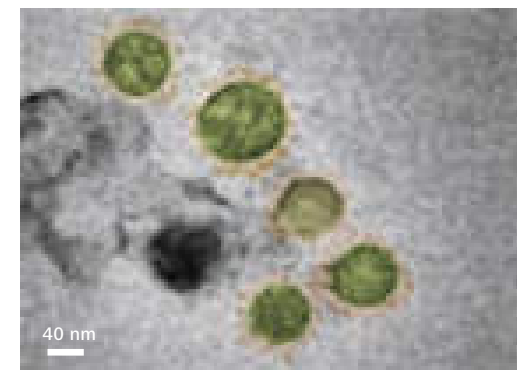
組織、細胞、ウイルスの STEM のイメージング



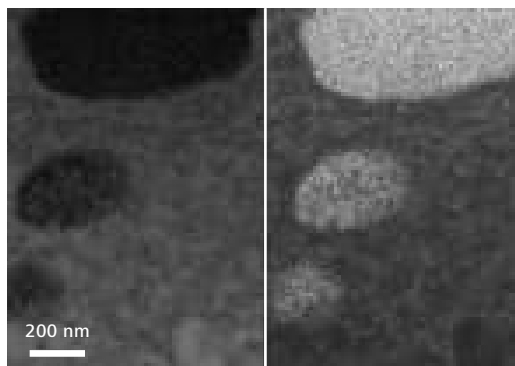
大脳皮質の超薄切片。GeminiSEM 460 なら、高分解能と高速イメージングを実現します。小胞コーティングのような微細構造が、STEM イメージングではっきり確認できます。



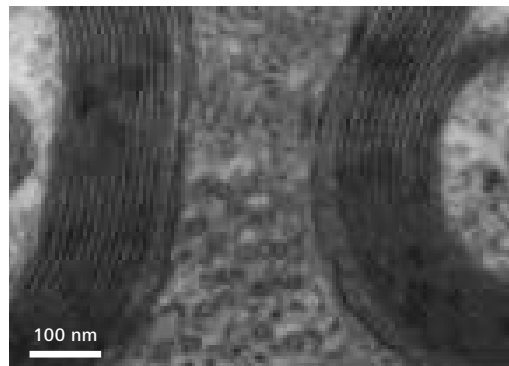
STEM 検出器を搭載した GeminiSEM 560 の先進技術によって、脳細胞のような生体試料内の脂質二重層が見えるほどの微細構造イメージングが可能になります。マウスの脳。ご提供：Marco Cantoni, EPFL Lausanne, Switzerland



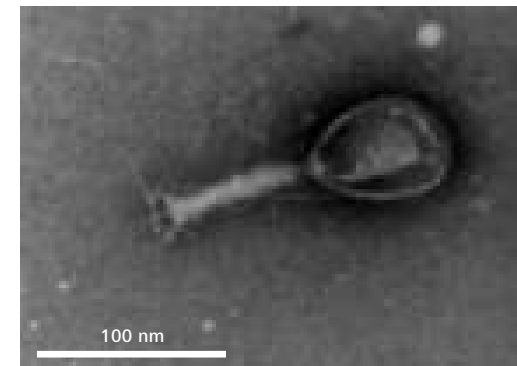
組織培養で増殖させ、化学的固定によって不活化した SARS-CoV-2。ウイルスはネガティブ染色されています。GeminiSEM 560, aSTEM でイメージング。ご提供：M. Hannah, Public Health England, United Kingdom



モルモット肝臓、超薄切片、ヘモジデリン沈着症。四酸化オスミウム固定。アルアルダイト包埋。追加の重金属塩での後染色なし。単一フェリチン分子（直径約 8 nm）を STEM で明瞭に同定。左：明視野。右：加速電圧 28 kV、HAADF（高角度環状暗視野）。



マウス脳組織、超薄切片、ミエリン鞘の細部、STEM、加速電圧 28 kV、明視野。



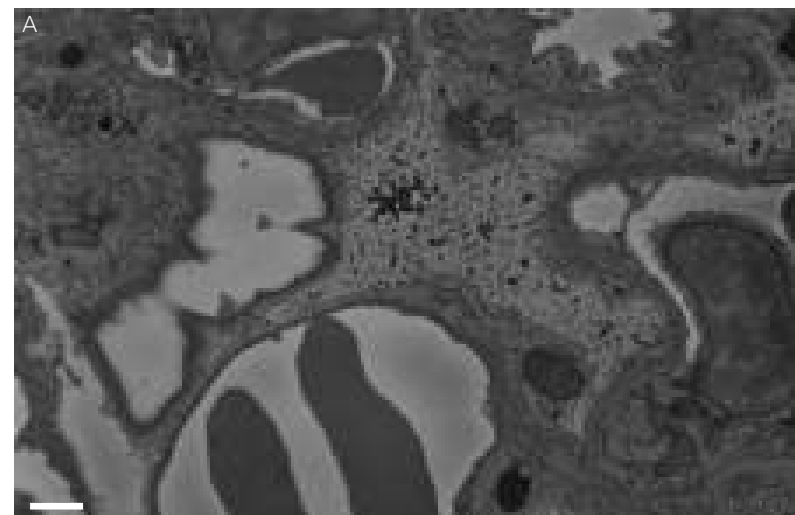
STEM 検出器の高感度化により、低電圧電子を高速でスキャン出来るため、最高の分解能で高速 STEM イメージングが可能になりました。図は STEM 検出器でイメージングしたネガティブ染色 T4 ファージ。ウィルスとの関連を示すテールファイバーと螺旋形のテールの詳細な構造を見ることができます。ご提供：D. Frey, S. Modla, and J. Caplan, University of Delaware, USA. GeminiSEM 560 でイメージング。

ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：生命科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

ブロックフェイスイメージング用の **Focal Charge Compensation** を備えた **3View®** のメリット

ZEISS GeminiSEM 360 または GeminiSEM 460 を、Gatan 社の 3View® テクノロジーを搭載した高速で高分解能の 3D イメージングシステムに変えましょう。たとえば、3View® は、SEM チャンバー内のウルトラミクロトームで、樹脂包埋した細胞および組織試料から、短時間かつ最も便利な方法で高解像度 3D データを取得できます。また、試料を連続的に薄切してイメージングを行うため、1 日で数千点の連続画像を作成することができます。独自の ZEISS Gemini カラムテクノロジーを搭載する GeminiSEM は、このアプリケーションに理想的な装置です。さらに Focal Charge Compensation オプションで帯電を除去し、GeminiSEM の性能をさらに向上させることができます。ZEISS は、このガスインジェクションシステムを National Center for Microscopy and Imaging (NCMIR) と協働でリリースしました。Focal Charge Compensation により、素晴らしい画質が実現します。さらに、3D ナノ組織学において、ブロックフェイスイメージングによる肝臓、腎臓および肺のような組織の電子顕微鏡観察は、病理学の研究に非常に有益です。たとえば、Focal Charge Compensation を使用して帯電を除去することにより、帯電しやすい組織試料でも高解像度かつ高速で 3D イメージングができます。

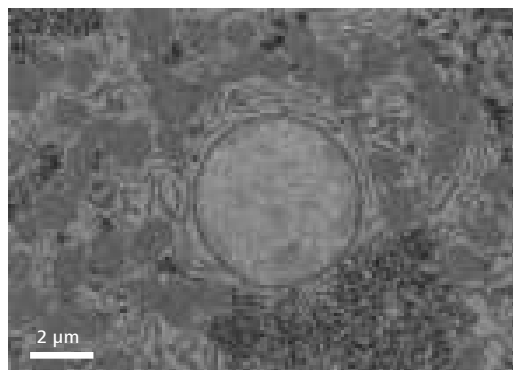


マウス肺組織のブロックフェイス画像。Focal Charge Compensation あり (A)、および Focal Charge Compensation なし (B)。スケールバー：1μm。ご提供：NCMIR, University of San Diego, US

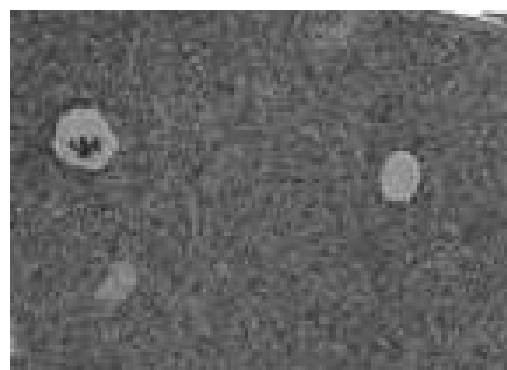
ZEISS GeminiSEM のアプリケーション例：生命科学

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

アレイトモグラフィー、連続切片、ブロックフェイスイメージングで広い領域を観察



Gatan 3View® データセットからの 1 断面をイメージング。シリアルブロックフェイステクノロジーと VP 機能を組み合わせることによって、帯電アーチファクトなしで広い視野のセクションングとイメージングが可能になり、最適なコントラストが得られます。多くのミトコンドリアを有する典型的な肝細胞を GeminiSEM 360 でイメージング。

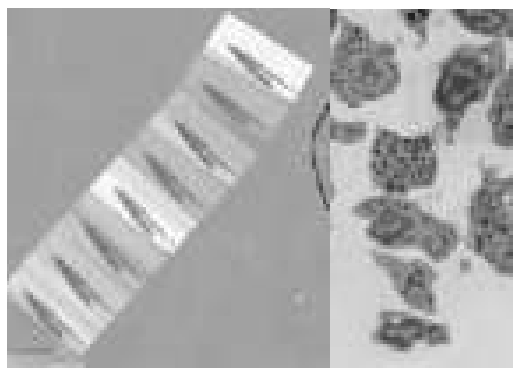


3View® を GeminiSEM 360 と組み合わせて使用してイメージングした広い視野の脳切片。スパッタコーティングをしていない 1mm² までの大きな試料でも、圧力可変モードと低加速電圧イメージングを組み合わせることで、帯電アーチファクトなしでイメージングできます。GeminiSEM 360 でイメージング。



▶ クリックしてビデオを見る

この動画では、ダブルコンデンサシステム付き GeminiSEM に搭載した 3View® を用いてブロックフェイス試料から取得した画像スタックを示しています。ロードシンディスクおよび挿入ポイントにご注目ください。ご提供：Ch. Genoud, FMI Basel, Switzerland. GeminiSEM 460 でイメージング。



広い視野での 3D の統計的分析は、生命科学研究において重要です。Atlas 5 の Array Tomography モジュールを使用することで、顆粒細胞の連続切片でさまざまな種類の顆粒細胞の分析が可能です。左：9 つの切片リボンのオーバービュー。右：詳細。GeminiSEM 360 でイメージング。



▶ クリックしてビデオを見る

マメ科植物根粒。これらの根粒菌に感染した根粒のように、切片リボン中の希少な現象の分析、あるいは感染の統計的分析でも、広い視野は重要な機能です。Atlas 5 の Array Tomography モジュールは、連続切片からの 3D ボリュームを構築します。動画では、1 つのリボンのうち 78 の切片を示しています。

ZEISS GeminiSEM : ファミリーの紹介

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス



GEMINI 1 電子光学テクノロジーを搭載した ZEISS GeminiSEM 360

- コアファシリティーの中心を形成
- 多様なアプリケーションおよび試料に対応
- GEMINI 1 シングルコンデンサー
- 業界をリードする低 kV での高分解能を提供



GEMINI 2 電子光学テクノロジーを搭載した ZEISS GeminiSEM 460

- イメージングおよび解析における高スループットタスクに最適
- 難度が非常に高い解析ワークフロー向け
- GEMINI 2 とダブルコンデンサー
- 加熱および引張実験用の in situ ソリューション向けに拡張可能



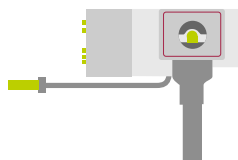
GEMINI 3 電子光学テクノロジーを搭載した ZEISS GeminiSEM 560

- 低加速電圧における究極のサブナノメートルの分解能により、表面敏感な試料も詳細な観察が可能
- すべての観察条件でファミリー最高の分解能を提供
- ナノツインレンズと Smart Autopilot を搭載した GEMINI 3
- 優れた検出技術により独自のコントラストイメージングを提供

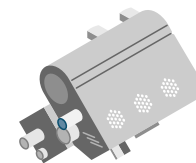
ZEISS GeminiSEM の豊富なアクセサリ

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

Airlock



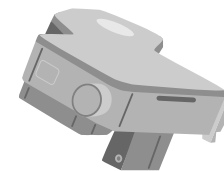
プラズマクリーナー



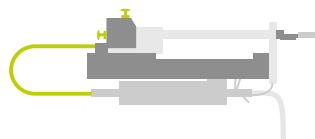
LCC /
局所帯電除去装置



WDS



STEM



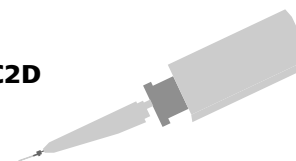
EBSD



aBSD



C2D



EDS



ZEISS GeminiSEM の豊富なアクセサリ

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

選択可能な検出器	機能	ZEISS GeminiSEM 560	ZEISS GeminiSEM 460	ZEISS GeminiSEM 360
Inlens SE 検出器 (Inlens 二次電子)	超高分解能の表面情報	●	●	●
Inlens EsB 検出器 (Inlens エネルギー選択型反射電子検出器)	材料コントラスト	○	○	○
チャンバー SE 検出器	トポグラフィ情報	●	●	●
C2D 検出器	低真空モードにおける高効率および高感度イメージング	○	○	○
VPSE 検出器	低真空モードにおける高効率イメージング	○	○	○
AsB 検出器 (角度選択型反射電子検出器)	組成、結晶方位コントラスト、3D サーフェスマデリング	—	○	○
aBSD 検出器	5 つまたは 6 つのセグメントの反射電子検出器、最大 4 チャンネルを同時に用いて、組成や結晶方位解析、3D サーフェスマデリングを実行	○	○	○
aSTEM 検出器 (環状 STEM)	高分解能透過イメージングのための 7 つのセグメントの透過電子検出器	○	○	○
YAG 検出器	YAG 結晶シンチレータ BSE 検出器、組成イメージング用	○	○	○
SCD 検出器	試料中の電子吸収電流をイメージングするための試料電流検出器	○	○	○
EDS 検出 (エネルギー分散型分光)	元素分析	○	○	○
EBSD 検出器 (後方散乱電子回折)	結晶方位の解析	○	○	○
CL 検出器	カソードルミネッセンスによる材料の特性評価	○	○	○
WDS 検出器 (波長分散型分光)	高エネルギー分解能元素分析	○	○	○

● 標準搭載 ○ オプション — 搭載不可

ZEISS GeminiSEM の豊富なアクセサリ

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

アクセサリ	機能	ZEISS GeminiSEM 560	ZEISS GeminiSEM 460	ZEISS GeminiSEM 360
3D STEM トモグラフィー	ナノスケールの 3D 可視化のための電子トモグラフィー	○	○	○
80 mm Airlock	45 秒未満で試料を移送	○	○	○
プラズマクリーナー	試料の汚染を丁寧に除去	○	○	○
Standard VP	60 Pa までの圧力可変真空中で非導電性試料の帯電を軽減	○	○	○
NanoVP	500 Pa までの圧力可変真空中で非導電性試料の帯電を軽減	○	○	○
LCC（局所帯電除去装置）	局所的なガスインジェクションで非導電性試料の帯電を軽減	○	○	○
LCC および In situ 酸素クリーニング	In situ 試料表面クリーニングにより非導電性試料の帯電を軽減	○	○	○
Tandem decel	5 kV までのサンプルバイアスによる電子ビーム減速機能により低い入射エネルギーでの分解能およびコントラストを改善	○	○	○
Atlas 5	自動化された画像収集、データ相関、マルチモーダル 2D および 3D ワークフローのソリューション	○	○	○
ソフトウェア				
ZEN Connect	相関ワークスペースで画像データを整理および調整するモジュール	○	○	○
ZEN Connect 2D アドオン	光学顕微鏡と SEM のデータを重ね合わせする自動相関 2D ワークフローのモジュール	○	○	○
ZEN Automated Imaging	事前定義されたプロトコルを使用して領域を設定するための、ZEN Connect のワークスペース内での SEM 画像取得	—	○	—
ZEN Intellesis	機械学習ベースの画像セグメンテーション用のモジュール	○	○	○
ZEN Data Storage	顕微鏡または分析ワークステーションからアクセス可能なデータベース	○	○	○
3DSM（3D サーフェスマデリング）	3D サーフェスマデリングモジュール	○	○	○

● 付属 ○ オプション — 搭載不可

技術仕様

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

基本仕様	ZEISS GeminiSEM 560	ZEISS GeminiSEM 460	ZEISS GeminiSEM 360
分解能 *	0.4 nm @ 30 kV (STEM)	0.6 nm @ 30 kV (STEM)	0.6 nm @ 30 kV (STEM)
	0.5 nm @ 15 kV	0.7 nm @ 15 kV	0.7 nm @ 15 kV
	0.7 nm @ 1 kV TD	1.0 nm @ 1 kV / 500 V TD	1.0 nm @ 1 kV TD
	0.8 nm @ 1 kV	1.1 nm @ 1 kV / 500 V	1.2 nm @ 1 kV
	1.0 nm @ 500 V	1.5 nm @ 200 V	–
分析時の解像度	–	2.0 nm @ 15 kV, 5 nA, WD 8.5 mm	–
Inlens BSE の分解能	1.0 nm @ 1 kV	1.2 nm @ 1 kV	1.2 nm @ 1 kV
NanoVP モードでの分解能 (30 Pa)	1.4 nm @ 3 kV	1.4 nm @ 3 kV	1.4 nm @ 3 kV
	1.0 nm @ 15 kV	1.0 nm @ 15 kV	1.0 nm @ 15 kV
加速電圧		0.02 ~ 30 kV	
プローブ電流	3 pA ~ 20 nA (100 nA 仕様も利用可能)	3 pA ~ 40 nA (100 nA あるいは 300 nA 仕様も利用可能)	3 pA ~ 20 nA (100 nA 仕様も利用可能)
高分解能モードでの最大視野	1.6 mm @ 1 kV および WD = 7 mm	5 mm @ 5 kV および WD = 8.5 mm	5 mm @ 5 kV および WD = 8.5 mm
オーバービューモードでの最大視野	5.6 mm @ 15 kV および WD = 8.5 mm		
	130 mm @ WD 約 50 mm		
倍率	1 ~ 2,000,000	8 ~ 2,000,000	8 ~ 2,000,000

* 最終設置に際し、システム検収試験として高真空中で 1 kV および 15 kV で分解能の実証を行います

技術仕様

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

基本仕様	ZEISS GeminiSEM 560	ZEISS GeminiSEM 460	ZEISS GeminiSEM 360
電子エミッター		ショットキー型、0.2%/h 以上の安定性	
標準仕様で利用可能な検出器		Inlens 二次電子検出器	
		Everhart Thornley 二次電子検出器	
オプションで選択可能な検出器		高効率 VPSE 検出器	
		カスケード電流検出器 (C2D)	
		環状角度選択型反射電子検出器 (aBSD)	
	–	環状角度選択型反射電子検出器 (AsB4)	
		環状 STEM 検出器 (aSTEM4)	
解像度		最大 32k x 24k ピクセル	
試料ステージ		5 軸モーター駆動ユーセントリック試料ステージ	
		X = 130 mm、Y = 130 mm	
		Z = 50 mm	
		T = -4° ~ 70°	
		R = 360° (連続)	
		試料サイズ：直径 179 mm まで (ステージ移動範囲 130 mm の場合) 追加のステージオプションもご依頼に応じて利用可能	

文字通り信頼のおけるサービス

- 概要
- 特長
- アプリケーション
- システム構成
- 技術仕様
- サービス

ZEISS 顕微鏡システムがお客様の最も重要なツールのひとつであると考え、私たちはお使いの機器が常に最適な状態であるようサポートします。私たちにとって大切なのはお客様の出される結果です。豊富な経験と知識を持つ ZEISS の専門家により多岐にわたるサービスを通じて、長い期間にわたってサポートいたします。私たちの願いはお客様がお使いの顕微鏡から期待しうる最高の結果を出されることです。

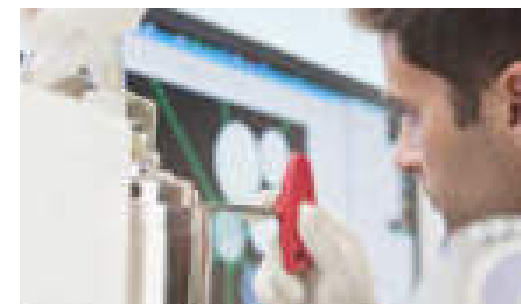
修理、メンテナンス、最適化

お使いの顕微鏡を常に最適な状態に保ちます。ZEISS 保守サービス契約によりダウンタイムを減らし、システムの性能改善により最高の結果を得ることが可能となります。さまざまなオプションと点検作業内容を含んだ幅広いレンジからサービス契約をお選びいただけます。ニーズに合わせてお客様専用のサービスプログラムの選択が可能となっております。

オンデマンドサービスも勿論、受け付けております。ご要望にあわせて遠隔メンテナンスソフトウェアを通して、あるいは現場で直接、ZEISS サービスエンジニアが問題を分析し解決します。

ご使用中の顕微鏡システムを強化

ZEISS 顕微鏡システムは各種アップデートに対応できるように設計されており、オープンインターフェイスで常に最高のレベルを保つことが可能となっております。結果的に作業はより効率的になり、更なるアップデートの可能性が加わることによって顕微鏡の生産性とライフタイムを伸ばすことが可能です。



ZEISS のサービスによって最適化された顕微鏡システムのパフォーマンスは改善され、大きなメリットを生み出します。

>> www.zeiss.com/microservice



Carl Zeiss Microscopy GmbH
07745 Jena, Germany
microscopy@zeiss.com
www.zeiss.com/geminisem

カールツァイス株式会社
リサーチマイクロスコピーソリューションズ
info.microscopy.jp@zeiss.com
<https://www.zeiss.co.jp/microscopy>